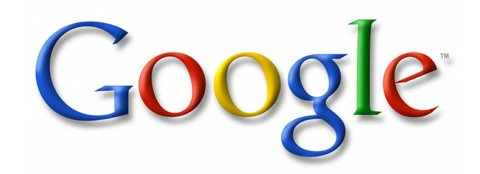


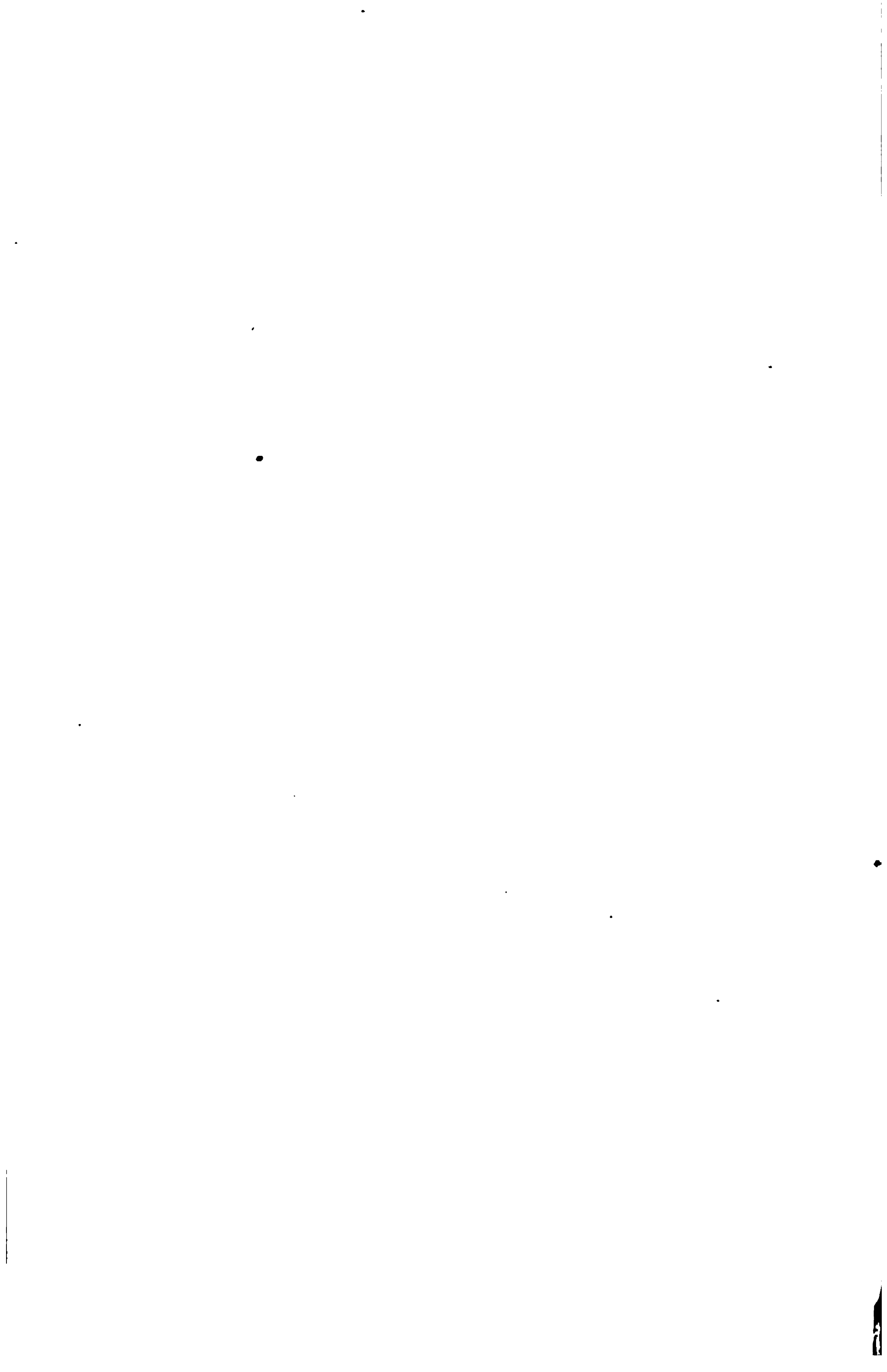


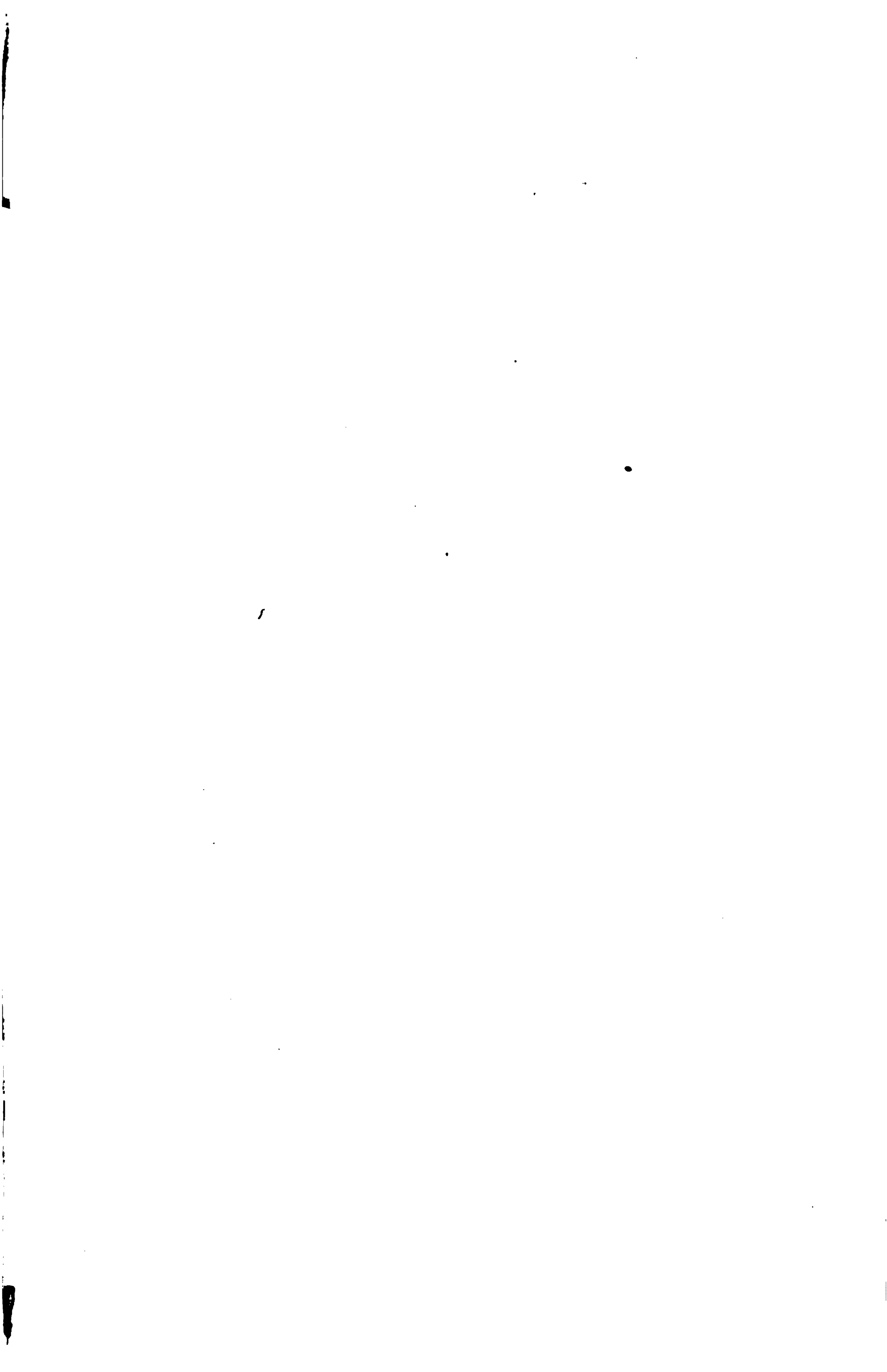




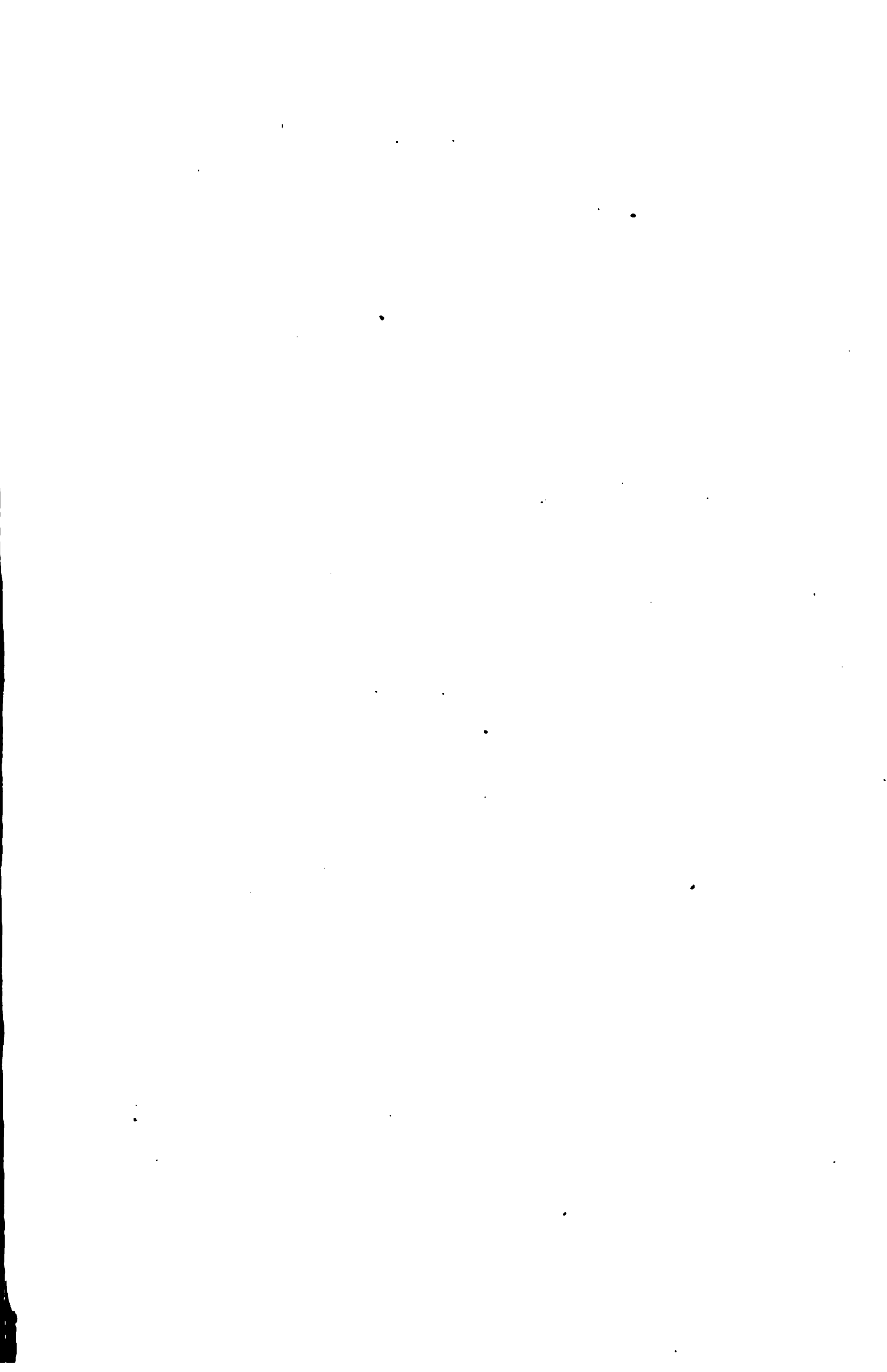












Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Inhalt.

Beitrag zur Morphologie der Körperform und des Gehirns des menschlichen Embryos.

Von

V. Hensen, Kiel.

(Hierzu Tafel I.)

Die beigegebenen Zeichnungen enthalten, wie von vornherein bemerkt werden muss, wenig, was als wesentlich neuer Fortschritt unserer Kenntniss bezeichnet werden könnte. Sie geben nur eine, zuweilen etwas präcisere, und wie ich glaube sorgfältige Darstellung mancher Einzelheiten, deren Kenntniss die Entwicklungsgeschichte fordert. Namentlich bezüglich der vier ersten Figuren ist hervorzuheben, dass es immer noch erwünscht sein dürfte, die guten Abbildungen junger menschlicher Embryonen zu vermehren, weil in Folge der gewöhnlichen Art der Gewinnung solcher Embryonen gelegentlich eines Abortus, es stets Sache einer Wahrscheinlichkeitsrechnung und insofern der Masse des in Betracht zu ziehenden Materials bleiben wird, die normale morphologische Entwicklungsreihe des Menschen festzustellen.

Der in Fig. 1 bis 4 gezeichnete Embryo ward mir von meinem Freunde Prof. Dr. Bockendahl im Juni 1865 übergeben. Er stammte von einer Frau aus seiner Praxis, welche in Folge eines Falls abortirt hatte. Dieselbe war drei Wochen zuvor menstruirt gewesen. Das Ei war unverletzt und im Inneren ohne Blutgerinsel, rings von verzweigten Zotten dicht umkleidet, aber nicht mehr prall gefüllt. Der Embryo war von einem ziemlich eng anliegenden ringsgeschlossenen Amnios umgeben. Er lag der Wand des Eies ziemlich dicht an und war mit diesem durch einen dicken Strang, dem Stiel der Allantois, fest verbunden. Da schon derzeit ein besonderes Interesse darin lag, die erste Entstehung der Allantois des Menschen zu erforschen, suchte ich eingehend, ob an diesem Ei etwas von einer blasenförmigen Allantois zu entdecken sei, überzeugte mich aber, dass conform den bis dahin vorliegenden

Erfahrungen ein solches Stadium, wenn überhaupt je vorhanden, lange verschwunden war. Wie auch mir scheint hat die lange Reihe negativer Befunde über die Allantoisblase, den einzelnen positiven Befunden, die die Litteratur aufweist, gegenüber, eine überwiegende Beweiskraft.[1]

Der Dottersack füllte etwa ein Drittel des Eies aus und communicirte noch mit dem Embryo durch eine weite Oeffnung.

Den Embryo musste ich nach den Abbildungen von Ecker und Coste für älter wie drei Wochen halten, und schätze ihn auf 25 bis 26 Tage. Er erwies sich dem von Kölliker[2] abgebildeten Embryo von Thomson sehr ähnlich. Aus diesem Grunde ward er frisch nicht weiter untersucht, sondern blieb in Müller'scher Lösung, in welche ich ihn bei der Untersuchung gelegt hatte, mit dem ganzen Ei bis zur Erhärtung liegen und ward dann erst gezeichnet. Als ich ihn zu diesem Zweck herausnahm, war er schon etwas spröde geworden, so dass er sich nicht mehr für die mikroskopische Untersuchung eignete, desto besser liess sich die äussere Form beobachten.

Die Länge des gekrümmten Embryo betrug knapp 4·5 ^{mm}. Derselbe ist bei 25facher Vergrösserung dargestellt.

Das Amnios wurde entfernt, doch sieht man Fig. 1 bei a die Rissstellen desselben. Seine obere Ansatzstelle schien unterhalb des Herzens zu liegen, aber das Verhältniss desselben zum Herzbeutel ist nicht vollständig klar. Ursprünglich entspringt ja das Amnios oberhalb des Herzens, später erstreckt es sich über dasselbe hin, ohne dass das Herz schon von einer deutlichen Brustwand umgeben zu sein scheint. Wie dies zu Stande kommt ist noch nicht genauer erkannt, und ohne einen solchen Leitfaden ist es schwer die Verhältnisse der sehr dünnen Membranen an dieser Stelle in auffallendem Licht mit Sicherheit zu erkennen. Der Dottersack, welcher sich abgeplattet hatte, ist abgeschnitten worden, die Schnittfläche ist bei d gezeichnet. Der durchschnittene Stiel der Allantois findet sich bei al.

Der Embryo ist, wie schon gesagt, der Fig. 231 in Kölliker's Entwicklungsgeschichte sehr ähnlich, doch finde ich folgende Unterschiede. Er ist nach den angegebenen Maassen um ein Geringes kleiner, wie derjenige von Thompsen. Letzterer hat eine etwas stärkere Axendrehung, scheint schon eine Leber entwickelt zu haben, hat eine geringere Senkung des Kopfs auf die Brust, eine stärkere Ausdehnung des Gehirns und bedeutendere Entwicklung der Bauchwandungen; namentlich unterscheidet er sich durch die Formverhältnisse der einzelnen

[1] Vgl. darüber Kölliker, *Entwicklungsgeschichte*. 2. Aufl. S. 306.

[2] l. c. Fig. 231.

Kiemenbögen, worauf ich zurückkommen werde. Thomson's Embryo dürfte 12 bis 24 Stunden älter sein wie der meine.

An dem Embryo tritt die Axendrehung mit dem Vorderkopf nach rechts, dem Schwanzende nach links sehr deutlich hervor. Dieselbe geht etwas über 90° hinaus, ist aber am Kopfende etwas weniger stark wie am Schwanzende. Letzteres hat eine bedeutende Länge und dürfte auf dem Maximum seiner Entwicklung sein. Es endet stumpf und geht nur sehr unbedeutend weiter, wie auf der Fig. 1 zu sehen ist. Die Extremitäten sind nach dem Bauch zu gekrümmt und hier ein wenig ausgehöhlt, die hintere Extremität h. e. ist verhältnissmässig stark entwickelt und bleibt wohl während einer späteren Periode etwas im Wachsthum zurück.

Schwierig ist das Verhalten des Herzens h. Dasselbe liegt auf einer Verdickung der Körpermasse k. d. auf, die nichts anderes als die Wandung der Kopfdarmhöhle sein kann. Man sollte glauben, dass das Herz in seiner Lagerung abhängen müsse von der Stellung des Kopfes, weil es als ziemlich beweglicher Schlauch demselben leicht ausweichen kann. Bei der Betrachtung des Kopfes von der linken Seite (Fig. 2) ergiebt sich jedoch, dass das Herz weit nach rechts verschoben ist. Diese Verschiebung dürfte also, ähnlich wie beim Hühnchen, schon vor der Zeit der Axendrehung zustande kommen. Vom Herzen sieht man auf der linken Seite nur ein Stück des venösen Endes v. Das Herz selbst ist Fig. 4, A von der vorderen, B von der, der Körperwandung anliegenden, Fläche dargestellt. Es wurde das Pericardium entfernt, dabei ist aber leider die Verzweigung der Aorta a. verloren gegangen, so dass es recht schwer hält, das Herz wieder so gelagert sich zu denken, wie es im Embryo lag. In A liegt der nach dem Kopfende gerichtete Rand des Herzens nach oben. B ist durch einfache Umwälzung des Herzens um die vom Kopf zum Schwanz gehende Axe desselben entstanden. Es ist eigenthümlich, wie früh schon die charakteristische Gestalt des Herzens eintritt, während von der inneren definitiven Structur desselben noch keine Spur wahrzunehmen ist.

Was mich besonders veranlasste den Embryo zeichnen zu lassen, war die gute Ausbildung der Kiemenbögen. Dieselbe findet sich zwar an Thomson's Embryo (l. c.) in ähnlicher Weise, jedoch ist dort der Oberkieferfortsatz undeutlich, der erste Kiemenbogen an der Basis erheblich verdünnt und länger wie der zweite; endlich der vierte nur angedeutet.

Bei dem hier vorgeführten Embryo ist der zweite Kiemenbogen k. 2 derjenige, welcher vor allen Anderen hervortritt. Dies ist namentlich an der Seitenansicht Fig. 1 und 2 auffallend. Bei der Betrachtung von vorn ergiebt sich, dass sein Ende spitz ist, während der erste Kiemen-

bogen sogar ein wenig angeschwollen endet. Es zeigt sich ferner, dass der zweite Kiemenbogen über die anderen nach Aussen rippenartig prominirt. So geringfügig diese Details auch erscheinen, dürften sie doch nicht ohne Einfluss auf die spätere Gestaltung dieser Region sein. Wahrscheinlich hängt die Prominenz mit der Einstülpung der Labyrinthblase zusammen. Dieselbe ist in dieser Zeit schon vollendet und ich habe keine Spur davon mehr wahrnehmen können, aber die Blase liegt gerade hinter der Wurzel des zweiten Kiemenbogens verborgen. Ausserdem scheint der Pons Varoli an dieser Stelle sich zu bilden Fig. 2 b, vermuthlich hängen diese Dinge mit einander zusammen. Der vierte Kiemenbogen k. 4 dürfte auf der Höhe seiner Entwicklung stehen, der Oberkieferfortsatz o ist sehr deutlich ausgeprägt.

Der Kopf des Embryo von der mittleren Hirnblase m. h. bis zum vorderen Ende ist ziemlich lang gestreckt; aus der Mittelfurche in Fig. 1 kann wohl entnommen werden, dass schon die Bildung der Grosshirnhemisphären begonnen hat. Die ober- und unterhalb von b Fig. 2 liegenden Knoten bin ich geneigt für Ganglienknoten (Trigeminus und Vagus) zu nehmen. Die Kreuzfigur auf dem Hirndurchschnitt ist jedenfalls verzerrt.

In Fig. 5 sind Hand und Fuss eines menschlichen Embryo aus der Mitte der siebenten Woche dargestellt, dieselben waren in Kali bichromic. schwach erhärtet. An der Hand Fig. 5 A und B fällt die Aehnlichkeit mit der von der Sohle aus betrachteten Vorderextremität eines Carnivoren auf, die Polster sind, bei Zehen-artiger Kürze und Dicke der Finger, stark entwickelt. Am Fuss haben sich die Zehen noch nicht gesondert, sondern bilden eine, durch eine Furche von der Sohle abgesetzte Masse. Besonders auffallend ist, dass sich an Stelle der Nägel krallenartige Ansätze finden, die offenbar als Vorläufer der Nägel zu betrachten sind. Diese — Urnägel — bestehen aus einem sehr lockeren Gefüge von Epidermiszellen, es ist keine besondere Structur weiter in ihnen nachzuweisen, sie stossen sich sehr leicht ab und lösen sich bei Druck in krümlige Massen auf. Das mittlere Keimblatt geht nicht in sie ein. Die Nägel legen sich unter diesen Auswüchsen mit kleinen rundlichen Feldern an und scheinen durch solche Epidermisabstossungen vorbereitet zu werden. Da mir unbekannt ist, wie die Krallen bei den Säugethieren sich anlegen, enthalte ich mich der sonst naheliegenden Schlussfolgerungen.

In Bezug auf die Bildung der Plexus chorioidei und die Entwicklung des Kleinhirns liegen noch die Fig. 6, 7 und 8 bei.

Fig. 6 ist ein Horizontalschnitt durch den Schädel eines etwa 7wöchigen menschlichen Embryo. Der Schnitt ist mitten durch die

Plexus der Seitenventrikel gegangen, rechts etwas tiefer wie links. Von der Kopfhaut a lässt sich das Periost und die Dura mater b nicht trennen, bei d entwickelt sich die Hirnsichel, welcher das Corpus callosum anliegt; dasselbe ist hier jedoch noch sehr dünn, eigentlich nur Wand der Hirnblase.

Das Gehirn wird rings von einer besondern Haut p. m. der Pia mater überzogen, diese tritt jedoch nicht überall deutlich hervor und hängt an der häutigen Fortsetzung der Sella turcica bei p. m'. mit der Dura mater zusammen. An dieser Stelle wird die Hautmasse zwischen die rückwärts wachsende Hemisphäre und das Zwischenhirn eingeklemmt, wie namentlich durch Dursy's[1] Untersuchungen bekannt ist. Hier entwickelt sich die Pia mater zu Falten und Höckern, welche sich stark vascularisiren und die Wandung der Grosshirnblase vor sich hertreiben. Man sieht dieselbe in dieser Figur noch als relativ dicken Hirnüberzug auf dem vascularisirten Gewebe liegen, pl. ch.

In der Tiefe der Gross-Hirnblasen sieht man links das Corp. striatum liegen, rechts ist dasselbe angeschnitten str. Die Spalte des Gehirns in der Mittellinie ist der dritte Ventrikel und der Aquaeductus Sylvii.

In Fig. 7 ist der Kopf eines nur wenig älteren menschlichen Embryo gezeichnet, an welchem durch einen seitlich, in sagittaler Richtung geführten, Schnitt, der Plexus lateralis in ganzer Ausdehnung und das Foramen Monroi freigelegt sind. Letzteres kann in seinem Verlauf nicht völlig übersehen werden, doch ist dasselbe durch die punktirten Linien angedeutet.

Zur Vervollständigung der Darstellung dieser Plexusbildungen erlaube ich mir noch den Längsschnitt eines solchen Gehirns in Fig. 8 vorzulegen. Leider glückte es mir nicht denselben vom Menschen zu gewinnen, da das Gehirn einen bestimmten Erhärtungsgrad haben muss, um gut schneidbar zu sein und ich den Grad vom Menschen nicht wieder erhalten konnte, wahrscheinlich weil die Embryonen nicht frisch genug eingelegt werden konnten. Der Durchschnitt ist also einem Schaafsembryo entnommen. Es macht sehr bedeutende Schwierigkeiten die Verhältnisse richtig zu verfolgen, denn so scharf und klar, wie sie hier gezeichnet sind, treten sie erst hervor, wenn die enganeinanderliegenden Theile etwas gelockert und dabei mit der Loupe genau geprüft worden sind. Namentlich ist die Fortsetzung des Rückentheils der Medulla über dem Plexus chorioideus quartus nur mit starker Loupe unzweideutig zu erkennen, weil der Durchschnitt der Hirnwandungen

---

[1] *Die Entwicklungsgeschichte des Kopfes* u. s. w. Tübingen 1869.

nicht so hell absticht, wie wir ihn auf der Zeichnung wiedergegeben haben.

Die Aufmerksamkeit ist namentlich auf folgende Punkte zu lenken. Unter dem Durchschnitt der linken Grosshirnhemisphäre, die ein wenig nach rechts verlagert war, folgt zunächst eine bindegewebige Membran p III, die sehr fein ist, sich aber doch nach rückwärts bis zur Glandula pinealis g. p. verfolgen lässt. Diese Membran ist die bindegewebige Grundlage des Plexus chorioideus III. Unter ihr liegt die Hirnwandung, welche den Centralkanal des Zwischenhirns nach oben abschliesst, also zum Psalterium u. s. w. wird. Zur Zeit geht noch das Bindegewebe des Plexus III in die Falx cerebri über, diese ist jedoch in der Fig. fortgenommen.

Da es sich hier nur um ein Schaafshirn handelte, habe ich die Schnittfläche vorn am Splenium corporis callosi nicht streng in der Mittellinie, wo ihr Verlauf ein sehr einfacher ist, stehen lassen, sondern habe sie ein wenig auf die Seite verlegt, wo sie plötzlich einen complicirten, aber instructiven Verlauf annimmt. Hier trifft der Schnitt die Wandung des Foramen Monroi oder, was dasselbe ist, die Wurzel der Grosshirnhemisphäre. Die Schnittfläche liegt dann aber ein wenig verdeckt, ich habe mir erlaubt sie so zeichnen zu lassen, als wenn sie durchschimmerte, obgleich man sie in Wirklichkeit nur sehen kann, wenn man die davorliegenden Theile ein wenig zurückbiegt.

Eine Commissura mollis auf dem Seehügel s habe ich nicht wahrnehmen können. Die Sella turcica hat die bekannte Höhe. Der Aquaeductus Sylvii ist sehr weit und die Brückenkrümmung ist schon vollständig da, aber die Brücke (Pons Varoli) selbst noch nicht scharf abzutrennen.

Der Plexus choroideus quartus ist sehr schön entwickelt. Von diesem (den Dursy S. 63 als Schädeldachfortsatz bezeichnet) geht bei w eine schmale Lamelle in die Hirnmasse hinein. Diese Lamelle wird von einer dünnen Hirnmasse an ihrer, dem vierten Ventrikel zugewandten Seite, überkleidet, während nach dem Vorderhirn zu die aufliegende Hirnmasse viel dicker ist. Letztere Masse wird ein Theil der Vierhügel, erstere, so dünn sie auch scheint, wird zum Wurm des Kleinhirns, dessen erstes Auftreten meines Wissens noch nicht beschrieben worden ist. Die Lamelle selbst ist das Tentorium cerebelli. In Bezug auf diese Verhältnisse stimmt meine Abbildung wenig mit der Schilderung und den Figuren (Fig. 4 auf Taf. VI und Holzschnitt Fig. VIII) von Dursy. Diese Figuren beziehen sich allerdings auf frühere Stadien, aber eine Uebereinstimmung müsste doch herzustellen sein. Ich halte jedoch Dursy's Darstellung, dass das definitive Ten-

torium cerebelli erst durch die Vereinigung der hinteren Schenkel der Falx cerebri mit dem primitiven Tentorium entstehe, für richtig, nur scheint mir, dass er das primitive Tentorium nicht an den richtigen Ort verlegt hat, da es von seinem Schädeldachfortsatze abgeht und nicht, wie seine Fig. VIII angiebt, isolirt (bei c) von dem Schädel ausgeht. Die Entstehung der Sinus transversi wird m. E. durch jene von Dursy beschriebene Zusammenlagerung bedingt.[1]

Berichtigung.

In meinen „Beobachtungen über die Befruchtung und Entwicklung des Kaninchens und Meerschweinchens" Zeitschr. f. Anat. u. Entw. Bd. I. habe ich S. 380 bemerkt, dass Boll die Nervenscheide scheine von Einwanderung von Körnchenzellen entstehen zu lassen. Nach mündlicher Besprechung und genauerem Nachlesen seiner Aeusserung findet sich, dass ich seine Ansicht nicht richtig wiedergegeben habe, da die Aeusserung sich nur auf die Herbeischaffung des Materials, nicht auf ein Eingehen der Formelemente als solcher in die Markscheide bezieht. Es ist mir angenehm hier die Gelegenheit zu finden, den Irrthum zurücknehmen zu können.

Figurenerklärung.

Fig. 1 bis 3. Menschlicher Embryo von 25 bis 26 Tagen 25 mal vergrössert, in doppelt chromsauren Kali mit etwas Chromsäure erhärtet.

Fig. 1. Embryo auf der linken Seite liegend. Fig. 2. Kopf desselben von der linken Seite gesehen. Fig. 3. Derselbe von vorn gesehen. Vorderhirn mit einem Theil der Augen, das Herz fortgeschnitten.

a. Schnittränder des Amnios, d. des Dottersacks. al. Schnittfläche des Allantoisstiels. k. d. Wandung der Kopfdarmhöhle. h. Herz. k. 1, k. 2, k. 3, k. 4 erster bis vierter Kiemenbogen. o. Oberkieferfortsatz. m. Mundhöhle. a. g. Auge. v. Venenschenkel des Herzens. mh. Mittelhirn. r Geruchsgrübchen. he. Hintere Extremi-

---

[1] *Die Entwicklungsgeschichte des Gehirns* von Mikalkovics habe ich nicht mehr benutzen können, da sie soeben erst in meine Hände kam, nur in Bezug auf die Entwicklung des Wurms des Kleinhirns dürfte keine volle Uebereinstimmung unserer Darstellung sich finden, im Uebrigen sehe ich keine nennenswerthe Differenzen.

tät. v e. Vordere Extremität. b Bildungsstelle des Pons Varoli. f Schnittfläche auf welcher das Herz lag.

Fig. 4. Herz desselben Embryo 25mal vergrössert. A von der Vorder-, B von der Hinterfläche a. Aorta, b. venöses Ende.

Fig. 5. Extremitäten eines menschlichen Embryo von circa $6^1/_2$ Wochen. A rechte Hand von der Radialseite aus gesehen, 8mal vergrössert. B linke Hand von der Volarseite. C Fuss von der Sohle aus gesehen. k. r. primitive Nägel.

Fig. 6. Flächendurchschnitt des Kopfes eines 7 Wochen alten Embryo von Oben gesehen, circa 5mal vergr. a Kopfhaut. b Schädel resp. Dura mater. p. m. Pia mater. d. Falx cerebri. pl. ch. Plexus choroidei laterales. str. Streifenhügel.

Fig. 7. Kopf eines etwas älteren Embryo von der Seite gesehen. pl. ch. Plexus chorioideus lateralis.

Fig. 8. Kopf eines Schafes im Sagittaldurchschnitt bei 5mal. Vergr. gezeichnet. C. cl. Corpus callosum. p. III Plexus chorioideus tertius. h Grosshirnblase angeschnitten. s. Sehhügel. g p. Glandula pinealis. p. IV Plexus chorioideus, w Tentorium cerebelli.

Ueber die fibrilläre Structur des Hyalinknorpels.

Von

Dr. H. Tillmanns,
Privatdocent für Chirurgie in Leipzig.

(Hierzu Tafel II.)

Wenn man die Arbeiten bezüglich der Histologie des Hyalinknorpels aus den letzten Jahren zusammenstellt, so kommen sie, wenigstens in der Mehrzahl, im Wesentlichen zu dem Resultate, dass die normale hyaline Knorpelgrundsubstanz ohne besondere Structur sei, dass die Knorpelzellen in einer homogenen, amorphen Masse eingebettet seien. Wohl hatte unter Anderen Heitzmann[1] mit Hülfe von Silber- und Goldtinction den Nachweis zu liefern versucht, dass die hyaline Intercellularsubstanz von einem System feiner Canälchen durchzogen sei, von Spalträumen, welche die Knorpelzellen unter einander verbinden sollten. Aber diese Angaben von Heitzmann stehen auf schwachen Füssen; Colomiatti,[2] Retzius[3] u. A. haben denselben nicht beistimmen können. Colomiatti erklärt die von Heitzmann beschriebenen, von den Zellen ausgehenden feineren und gröberen Canälchen für Artefacte, bedingt durch künstliche Niederschläge des Gold- und Silbersalzes. Retzius suchte sich mittelst Goldchlorid und Ueberosmiumsäure über die Nahrungswege des Knorpels zu unterrichten; er fand keine Zellenausläufer und keine mit den Zellen verbundenen Saftkanälchen. Wohl sah Retzius im Faserknorpel des Menschen Zellen mit 1 bis 2 Ausläufern, aber dass diese Ausläufer der Zellen zusammenhingen, konnte Retzius nicht constatiren.

---

[1] Heitzmann, *Studien am Knochen und Knorpel.* Wiener med. Jahrbücher. S. 339—366. — *Ueber Entwicklung und Bau der Knorpel.* Wiener med. Wochenschrift 4. Jan. 1873.

[2] Colomiatti, *Gaz. delle cliniche* Nro. 32. *Rivista clinica di Bologna* Nro. 5. Maggio 1874.

[3] Retzius, *Beitrag zur Kenntniss des Knorpelgewebes.* Nord. med. arkiv. Bd. IV. Nro. 14. 1872.

Andere Autoren, Henocque[1] und Petrone[2] z. B., sind für die Existenz eines Canalsystems im Hyalinknorpel in die Schranken getreten, aber ohne besonderen Erfolg. Wenn ich über diese Frage mein Urtheil abgeben darf, so glaube ich nach meinen Untersuchungen Colomiatti beistimmen zu dürfen, welcher die Heitzmann'schen Bilder für Artefacte erklärt hat. Heitzmann behandelte Gelenkknorpel des Hundes (condyl. femoris) mit Silber- und Goldchloridlösungen und fand in der braun gefärbten Grundsubstanz des Knorpels jenes feine und gröbere, von den Knorpelzellen ausgehende Netzwerk von Canälchen. An einer anderen Stelle habe ich[3] die Unzuverlässigkeit der Versilberungsmethode für die Histologie der Gelenke zu beweisen versucht. Wie andere Metallsalze, so bildet nämlich Arg. nitr. mit Eiweisslösungen, besonders auch mit Synovia, eigenthümliche Häutchen von Silberalbuminat, welche einmal an und für sich allerhand Veränderungen in Folge von Schrumpfungsprozessen etc. erfahren, andererseits die wahre Structur der Gewebsunterlage mehr oder weniger verdecken. Nach beiden Richtungen hin ist eine reiche Quelle für allerhand Täuschungen gegeben. Ich habe darzuthun versucht, dass eigenthümliche Netzwerke von Spalten, von Canalsystemen, von endothelähnlichen Zeichnungen in diesen weissbraunen oder mehr dunkelbraunen Häutchen entstehen und zwar sowohl auf dem Knorpel, als auf der mit Endothel bekleideten Innenfläche der Synovialmembran. Das Heitzmann'sche Canalsystem lässt sich durch Abpinseln von der Oberfläche des Präparates entfernen. Von besonderer Wichtigkeit ist sodann, dass die Silberalbuminat-Häutchen sich in grösserer oder geringerer Ausdehnung von der Unterlage isoliren lassen. Den besten Beweis aber, dass wir es hier in der That mit Artefacten zu thun haben, liefert die Behandlung versilberter Knorpel- resp. Synovialpräparate mit concentrirter Lösung von unterschwefligsaurem Natron, in welcher Silberalbuminat, Jod-, Chlor- und Bromsilber löslich sind. Bringt man das Silberbild auf dem Knorpel, auf der Synovialintima durch unterschwefligsaures Natron in 40 bis 45 Minuten zum Verschwinden, dann tritt die wirkliche Structur der mehr oder weniger verdeckt resp. undeutlich gewesenen Gewebsunterlage wieder zum Vorschein, besonders nach Tinction der Präparate mit Hämatoxylin. Dann sieht man nichts mehr von dem Canalsystem zwischen den Knorpelzellen, zwischen den Zellen der Synovialintima, sondern dort treten die gewöhnlichen Knor-

---

[1] Henocque, *Gaz. méd. de Paris* 1873. Nro. 46. pag. 617—618.

[2] Petrone, *Communicazioni preventive sull' infiammazione della cartilagine e sulla sua struttura.* Rivista clinica di Bologna. Nro. 7. Luglio 1874.

[3] H. Tillmanns, *Untersuchungen über die Unzuverlässigkeit der Versilberungsmethode für die Histologie der Gelenke.* Virchow's Archiv. Bd. 67.

pelzellen ohne Ausläufer zu Tage und hier gelingt es leicht, das wieder sichtbar gewordene Endothelhäutchen von der Unterlage zu isoliren. So ist das unterschwefligsaure Natron, ich betone in concentrirter Lösung, ein ausgezeichnetes Mittel, um die so mannigfaltigen, auf dem Knorpel, auf der Synovialintima entstehenden Trugbilder des Silbers als Artefacte zu demonstriren. Ich bin weit davon entfernt, zu glauben, dass das Silbersalz unter allen Umständen solche Kunstproducte liefert, im Gegentheil ich verkenne es nicht, dass dasselbe für die histologische Untersuchung anderer Gewebe von besonderem Werthe war und noch ist. Aber in den Gelenken ist es die Gegenwart der eiweissreichen Synovia, welche einer zuverlässigen Anwendung des Silbers hindernd entgegensteht. Ich habe auch versucht, die Synovia vorsichtig abzuwaschen, aber es ist nicht vollständig möglich; auch dann entstehen nach der Versilberung jene oben erwähnten Kunstproducte, weil der Knorpel sowohl, als das Gewebe der Synovialintima sehr reich an Mucin sind. Andererseits wird auf letzterer durch zu energisches Abwaschen die Integrität des Endothelhäutchens gefährdet und dadurch eine neue Quelle für Irrthümer geschaffen. Nur in seltnen Ausnahmsfällen gelingt es, an der Synovialintima mittelst Silber richtige d. h. der Structur der Gewebsunterlage wirklich entsprechende Bilder zu erhalten. — Und was vom Silber gilt, darf auch vom Goldchlorid gesagt werden, auch mit diesem erhält man sowohl auf der Knorpeloberfläche, als auf der Synovialintima sehr leicht Kunstproducte von zuweilen überraschender Vielartigkeit. So beobachtete ich auch hier auf der Innenfläche der Gelenkmembran ein eigenthümliches Canalsystem, welches die einzelnen Endothelkerne mit einander verband. — Nach allen diesen Thatsachen bin ich der Meinung, dass die Heitzmann'schen Bilder Artefacte sind, abgesehen davon, dass auch aus den nachfolgenden Untersuchungsresultaten die Unrichtigkeit derselben hervorgehen dürfte. — Doch ich will mich nicht zu weit von dem eigentlichen Gegenstand dieser Zeilen entfernen!

Abgesehen von den neueren Arbeiten bezüglich der Structur der hyalinen Knorpelgrundsubstanz ist es noch von besonderem Interesse, die verschiedenen Ansichten über die Knorpelzellen und über die sog. Knorpelkapseln sowie über die Beziehung der letzteren zur Intercellularsubstanz zu studiren. Ich unterlasse es, den Leser mit einer Compilation der hierher gehörigen Arbeiten zu ermüden, um so mehr, als ich glaube, dass die so lebhaft geführte Discussion über diese Fragen durch die nachfolgenden Mittheilungen in der Hauptsache ebenfalls ihre Lösung finden dürfte. Nur eine Untersuchungsreihe muss ich erwähnen, ich meine die Behandlung des Hyalinknorpels mit Salpetersäure und chlor-

saurem Kali. Unter Benutzung dieser genannten Mittel hatte man jene bekannten Bilder erhalten, auf Grund deren man anzunehmen geneigt war, dass die hyaline Intercellularsubstanz sich aus sog. Zellenterritorien aufbaue, dass die Knorpelgrundsubstanz gleichsam aus mächtigen, untereinander verschmolzenen Kapselsystemen der Knorpelzellen zusammengefügt sei. Wie wir weiter unten sehen werden und wie ich bereits früher[1] betont habe, ist auch diese Anschauung unhaltbar.

Im Gegensatz zu den bisherigen Anschauungen über die Structur des Hyalinknorpels habe ich zuerst in der eben erwähnten Mittheilung (Beiträge zur Histologie der Gelenke l. c. pag. 434) die Ansicht ausgesprochen, dass die Homogenität der hyalinen Knorpelgrundsubstanz wahrscheinlich nur scheinbar sei, dass sie in Wirklichkeit aus Fibrillen mit einer Kittsubstanz zusammengesetzt sei. Ich war zu diesen Untersuchungen über die Structur der Knorpelgrundsubstanz geführt worden durch die allgemein bekannte Beobachtung, dass der hyaline Knorpel sich unter pathologischen Verhältnissen so häufig in Fasern auflöst. Auf Grund dieser Thatsache lag es nahe, zu untersuchen, ob nicht mit Hülfe chemischer Reagentien diese Auffaserung des normalen Hyalinknorpels künstlich zu erzeugen sei, mit anderen Worten, festzustellen, ob nicht vielleicht auch der normale Hyalinknorpel in Wirklichkeit aus Fasern aufgebaut werde. Ich habe diese Untersuchungen im hiesigen physiologischen Institut unter Leitung von Herrn Prof. Schwalbe angestellt. Und in der That gelang es mir damals, durch mehrtägige Maceration des normalen Hyalinknorpels von frisch getödteten Hunden und Kaninchen die faserige Structur darzuthun (l. c. pag. 434). Es zerfiel „die homogene, hyaline, vorher nicht zerfaserte Knorpelgrundsubstanz in einzelne Fasern und Faserbündel, in Fasern, welche isolirt den Bindegewebsfibrillen so ähnlich waren, dass ich wenigstens dieselben nicht von letzteren unterscheiden konnte.“ Die Knorpelzellen wurden durch die genannte Prozedur frei, sie lagen isolirt zwischen den Fasern und Faserbündeln, einzeln oder mehrere in einer faserigen Kapsel. Ich hatte schon damals angeführt, dass durch diese neuen Beobachtungen jene oben erwähnten Zellenbezirke, in welche die hyaline Grundmasse des Knorpels bei der Einwirkung von chlorsaurem Kali und Salpetersäure zerfällt, etwas in Frage gestellt würden. Im zerfaserten Knorpel sah ich nichts von diesen Zellenterritorien.

Nach Alledem hatte ich, wie gesagt, die Ansicht ausgesprochen, dass die homogene hyaline Knorpelgrundsubstanz in der That aus Fasern aufgebaut sei, die durch Kittsubstanz zu einer nur scheinbar homogenen Masse ver-

---

[1] H. Tillmanns, *Beiträge zur Histologie der Gelenke.* Arch. für mikroskop. Anat. Bd. 10. pag. 434.

klebt würden. Durch Kal. hypermang., durch 10% Kochsalzlösung wird die zwischen den Fasern befindliche Kittsubstanz gelöst und die fibrilläre Structur tritt zu Tage. Bezüglich der Knorpelzellen hatte ich hervorgehoben, dass es hier noch näherer Untersuchungen bedürfe, um ihr Verhältniss zur faserigen Grundsubstanz festzustellen. Baber[1] hat nun diese meine Angaben durch Controlluntersuchungen bestätigt; er kam bezüglich der Structur des hyalinen Knorpels zu demselben Schlusse, wie ich. Baber empfiehlt besonders auch Barytwasser und Kalkwasser, um die fibrilläre Structur des Hyalinknorpels zu demonstriren. Schon $^1/_4$ Stunde nach Application des ersteren konnte B. bei Druck auf das Deckgläschen fibrilläre Streifung der hyalinen Knorpelgrundsubstanz constatiren. Krause[2] lehrt ferner in seinem vortrefflichen Handbuche die Histologie des Hyalinknorpels in Uebereinstimmung mit meinen durch Kal. hyperm. und 10% Kochsalzlösung erzielten Angaben. Auch Genzmer,[3] Schklarewsky[4] u. A. beobachteten, dass nach künstlicher Reizung des Hyalinknorpels (z. B. mit glühenden Nadeln etc.) die Intercellularsubstanz in feinste wellenförmige Fäserchen zerfiel.

Im Laufe des letzten Jahres habe ich nun die Untersuchungen über die Structur des hyalinen Knorpels nach verschiedenen Richtungen fortgesetzt. Mein Bestreben ging dahin, die so wichtige Frage nach der fibrillären, ja vielleicht bindegewebigen Natur des Hyalinknorpels auch mittelst anderer Untersuchungsmethoden zu beweisen. Um so mehr war ich erfreut, als ich durch meinen Freund Prof. Flechsig auf die interessanten Untersuchungen Kühne's[5] bezüglich des Trypsin (Enzym des Pancreas) und der Trypsin-Verdauung aufmerksam gemacht wurde, Untersuchungen, welche nach meiner Ansicht für die histologische Technik von der grössten Bedeutung sind und welche in der Zukunft den Ausgangspunkt für manche wichtige mikroskopische Ergebnisse bilden dürften. — Ich darf es wohl unterlassen, hier ausführlicher die Angaben Kühne's und Ewald's bezüglich des Trypsin und der Trypsinverdauung als histologische Methode wiederzugeben, ich

---

[1] Baber, *On the structure of hyaline cartilage.* Journal of anat. and physiol. Vol. X. 1. p. 113—126.

[2] Krause, *Handbuch,* pag. 56.

[3] Genzmer, *Untersuchungen über den Hyalinknorpel.* Centralblatt für Chir. 1875. Nro. 17.

[4] Schklarewsky, *Patholog.-anatom. Untersuchung des Heilungsprozesses an den Rippenknorpeln.* Inaugural-Dissertation. St. Petersburg 1875.

[5] Kühne, *Ueber das Trypsin.* Verhandlungen des Naturhistor. med. Vereins in Heidelberg. I. Bd. pag. 194. — Kühne und Lea, *Ueber die Absonderung des Pancreas* ibid. — Ewald und Kühne, *Die Verdauung als histologische Methode* ibid.

verweise vielmehr auf die Originalangaben. Ich betone nur, dass Trypsin nach Kühne und Ewald in saurer Lösung ähnlich wirkt, wie Pepsin, bei neutraler und alkalischer Reaction aber Mucin auflöst, collagene Fibrillen dagegen nicht; es theilt mit dem Pepsin das Lösuugsvermögen für die elastische Substanz, während Horn, Nucleïn und Amyloid nicht angegriffen werden. Collagen wird von Trypsin nur gelöst, wenn es zuvor durch Säuren gequellt oder durch Wasser von 70° C. zum Schrumpfen gebracht worden ist.

Ausgehend von der Unverdaulichkeit collagener Fibrillen mittelst Trypsin haben Ewald und Kühne (l. c.) nun die Brauchbarkeit der Trypsinverdauung für die feinere histologische Gewebsanalyse bereits vielfach erprobt. Bezüglich des Hyalinknorpels kamen die beiden Forscher zu folgendem Resultat: „Von den Zellen des Hyalinknorpels hinterlässt die Trypsinverdauung nur stark veränderte Kerne, die aus Schnitten sehr leicht fortzuspülen sind. Die Grundsubstanz des Knorpels findet sich erweicht und stellt ein eigenartig, undeutlich contourirtes, etwas körniges Netzwerk dar von dem Verhalten des Collagens."

Ich habe nun ebenfalls die Trypsinverdauung auf den Hyalinknorpel angewandt und es ist mir möglich, meine früheren Resultate in jeder Beziehung zu bestätigen. Ewald und Kühne erhielten, wie bemerkt, „ein eigenartig, undeutlich contourirtes etwas körniges Netzwerk von dem Verhalten des Collagens." Ich beobachtete nach Trypsinverdauung mit oder ohne nachherige Maceration der Präparate in jenen früher von mir und Baber angewandten Lösungen (Kal. hypermang., 10 % Kochsalzlösung, Baryt- und Kalkwasser) eine sehr deutlich faserige Structur der vorher homogenen hyalinen Knorpelgrundsubstanz; es gelang mir ferner, mich über die feinere Anordnung der Fasern und über das Verhältniss derselben zu den Knorpelzellen zu orientiren; durch Zerzupfen, durch leichtes Zerren des Präparates, durch Druck auf das Deckgläschen etc. war es ohne Schwierigkeit möglich, einzelne feinste Fibrillen und Fibrillenbündel zu isoliren.

Was die von mir angewandte Technik der Methode anlangt, so bemerke ich darüber kurz Folgendes. Zunächst betone ich, dass bezüglich des Gelingens Alles davon abhängt, dass man eine wirklich brauchbare Lösung von Trypsin nach den Vorschriften von Kühne dargestellt hat (cfr. l. c.). Die Dauer, wie lange die Präparate bei 38,0—40,0° C. verdauen müssen, ist sehr verschieden, sie hängt in erster Linie von der Stärke der Lösungen, d. h. von der Menge des in ihnen befindlichen Trypsins ab. Während ich in der ersten Zeit Stückchen oder feine Schnitte von Hyalinknorpel 3—4 Tage in der neutralen oder leicht alkalischen Trypsinlösung verdaute, benutzte ich in letzter Zeit eine

Lösung, mittelst welcher ich schon nach 20—24 Stunden sehr schöne Bilder erhielt, besonders nach leichter Zerrung des Präparates oder durch Druck auf das Deckgläschen. Während ich ferner die mit Trypsin verdauten Schnitte in der ersten Zeit immer noch 1 oder 2—6 Tage in 10% Kochsalzlösung, in Kal. hypermang. legte — wodurch (besonders im Kochsalz) die fibrilläre Structur entschieden in allen Fällen deutlicher wurde — (zuweilen schüttelte ich auch die Schnitte 5—10 Minuten in Kalk- oder Barytwasser), — so habe ich bei der zuletzt angewandten Lösung, welche ich der Güte des Herrn Dr. Drechsel verdankte, sofort nach 20—24stündiger Trypsinverdauung ohne weitere Reagentien beweisende Präparate erhalten. Von Wichtigkeit ist ferner, wie ich schon andeutete, dass man zuweilen bei nicht sofort sichtbarer faseriger Structur einen gelinden Druck auf das Deckgläschen ausübt, wie es Baber vorschlägt; hierdurch tritt dann, wenn das Trypsin genügend eingewirkt hat, die fibrilläre Anordnung des Hyalinknorpels zu Tage; Fibrillenbündel, oder einzelne feinste verzweigte Fibrillen werden dadurch isolirt, selbst an Objecten, an welchen man ohne diesen Druck keine sehr deutliche fibrilläre Structur nachweisen konnte. Sodann empfiehlt sich zuweilen ein leichtes Auseinanderzerren des Präparates, es gelingt dann ebenfalls den faserigen Bau des Hyalinknorpels besser zu beobachten. Die Trypsin-Präparate lassen sich sehr leicht zerzupfen und auch dann sieht man die faserige Structur zuweilen an solchen Verdauungspräparaten, an welchen vor dem Zerzupfen keine fibrilläre Beschaffenheit sichtbar war. Endlich hebe ich noch kurz hervor, dass die mittelst der Trypsinverdauung erhaltenen mikroskopischen Bilder von grosser Zartheit, von zuweilen überraschender Schönheit sind, wenn man sie sofort nach der Verdauung und nach Abwaschen in destillirtem Wasser untersucht. Nicht minder zart und schön sind aber auch jene Verdauungspräparate, welche nach der Tsypsinbehandlung noch 1—4—6 Tage in 10% Kochsalzlösung gelegt wurden. Die Trypsinpräparate lassen sich in Carmin, Hämatoxylin, Picro-Carmin färben; ich habe letzteres Tinctionsmittel bevorzugt. Jedoch muss ich bemerken, dass die Trypsinpräparate nach meiner Erfahrung durch die Färbung ihre Schönheit, ihre Zartheit etwas einbüssen und ich empfehle in der ersten Zeit vorzugsweise nicht gefärbte Objecte auf obige Weise zu untersuchen, wenn man sich ein Bild von der Zartheit der Structur und von der Feinheit der Fäserchen machen will.

Was das von mir angewandte Untersuchungsmaterial betrifft, so benutzte ich Gelenkknorpel (Kniegelenk) von neugeborenen Hunden und Schafen, sodann von Fröschen (Femurkopf), endlich Rippenknorpel von ausgewachsenen Hunden und Gelenkknorpel vom Menschen (kindliches

Kniegelenk). Nach meinen Erfahrungen ist es durchaus vorzuziehen, das Untersuchungsmaterial von eben getödteten jungen Thieren in möglichster Frische zu entnehmen. Es ist selbstverständlich, dass, um Irrthümer zu vermeiden, jedes Mal vor der Verdauung die hyaline, homogene Beschaffenheit des Knorpelpräparates durch das Mikroskop constatirt werden muss. — Was sonstige, bei der Trypsinbereitung und Trypsinverdauung noch zu beobachtende Vorschriften anlangt, so verweise ich auf die Arbeiten von Kühne und Ewald (l. c.).

Die von mir mittelst des Trypsins erzielten Resultate sind nun folgende (cfr. Abbildungen). Zunächst und zwar am häufigsten erhielt ich Bilder, wie sie Fig. 1 wiederzugeben versucht, d. h. parallel angeordnete Fasern von meist grosser Zartheit, besonders an nicht gefärbten Präparaten. Die zelligen Elemente sind vollständig verschwunden, die nach der Trypsinverdauung zurückgebliebenen meist „stark veränderten“ Kerne fallen, wie bereits bemerkt, sehr leicht durch Schütteln, beim Auswaschen der Präparate etc. aus. Besonders deutlich ist auch die faserige Structur an Faltungsstellen (Fig. 1 a).

Sodann erhielt ich Bilder (an Zerzupfungspräparaten sowohl als auf einen Flächenschnitten), an welchen sich einzelne Schichten, Lamellen von sich kreuzenden Fasersystemen constatiren liessen. Die Faserschichten kreuzten sich in rechtwinkliger, spitz- oder stumpfwinkliger Richtung (Fig. 2 und Fig. 3). In Fig. 2 (4 Tage Trypsin, dann 3 Tage 10 % Kochsalzlösung, Zerzupfungspräparat, Carmin-Glycerin. Vergr. Gundlach I/III) sind die stark geschrumpften Knorpelzellen noch vorhanden. Das Präparat stammt aus den mittleren Theilen eines 4 Tage lang verdauten Knorpelstückchens, welches dann, in kleinere Objecte zerzupft, noch 3 Tage in 10 % Kochsalzlösung gelegt wurde, weil nach der Trypsinverdauung noch keine fibrilläre Structur zu sehen war. Es ist wahrscheinlich, dass die Knorpelzellen erhalten blieben, weil das Trypsin nicht genügend auf die mittleren Schichten des Knorpels eingewirkt hatte. Dass trotzdem die faserige Structur der hyalinen Knorpelgrundsubstanz so deutlich hervortrat, ist in Uebereinstimmung mit meinen früheren Untersuchungen wohl dem Einflusse der 10 % Kochsalzlösung zuzuschreiben. Aus diesem Präparat, besonders auch bei stärkerer Vergrösserung, sowie aus den anderen, glaube ich schon hier den Schluss ziehen zu dürfen, dass die Knorpelzellen zu den Fasern gewöhnlich in keiner näheren Beziehung stehen, dass sie sich verhalten, wie gewöhnliche Bindegewebszellen. — Ein 3. Typus von Anordnung der Fasern ist in Fig. 4 wiedergegeben, es stellt ein Netzwerk von verschiedenartig sich kreuzenden Fasersystemen dar. Die Knorpelzellen sind durch die Trypsinverdauung vollständig verschwunden. — Ich

brauche wohl nicht zu betonen, dass zahlreiche Variationen dieser netzartigen Faserstructur des hyalinen Knorpels vorkommen. Endlich sah ich noch folgenden Faserverlauf: ich beobachtete an dem sehr zellenreichen Hyalinknorpel eines neugeborenen Schafes Bilder, die Fig. 5 darzustellen versucht, d. h. balkenartig angeordnete Netzwerke von Fasern, welche bei schwächerer Vergrösserung hellere Räume umschlossen, ähnlich, wie es v. Ebner[1] für den Knochen beschrieben. An feinsten Schnitten und bei stärkerer Vergrösserung konnte man constatiren, dass den länglichen, runden oder rhombischen helleren Feldern 1 oder 2 oder mehrere Knorpelzellen von etwas durchsichtiger, hier und da körniger Beschaffenheit entsprachen. Diese Zellen hatten stets 1 oder 2 deutliche Kerne. Eine 2. Art von helleren Räumen, zuweilen mit weniger scharfen Contouren, war nicht von Zellen eingenommen, wenigstens sah man keine Kerne; die Zellen waren wohl in Folge der Trypsinverdauung verschwunden. Andere Knorpelzellen fielen hinsichtlich ihrer Contouren nicht genau mit der Peripherie der erwähnten Räume zusammen, sondern überragten letztere nach der einen oder anderen Richtung, oder lagen als dünne, halbdurchsichtige Bildungen in toto auf den Gewebsbalken. Wo immer die Zellen vorhanden waren, war der Kern in denselben deutlich sichtbar. Wir haben es im vorliegenden Falle jedenfalls mit einem nur unvollständig verdauten Trypsin-Präparat (20—24 Stunden) zu thun, welches ungemein zellenreich war. Die fibrilläre Structur der Intercellularsubstanz war zuerst nicht deutlich sichtbar, sie wurde erst durch Druck auf das Objectgläschen — und auch dann nur hier und da — manifester. Bezüglich der auf den Gewebsbalken liegenden Zellen lasse ich es unentschieden, ob sie hier ursprünglich gelegen haben oder aus den helleren Räumen ausgefallen sind. Die Frage ist, ob wir es hier mit präformirten Höhlen für die Knorpelzellen in dem früheren Sinne zu thun haben. Nach meinen gewöhnlichen Befunden existiren solche Höhlen für die einzelnen Knorpelzellen nicht, aber wenn die Zellen in grösserer Zahl zusammenliegen, so ist es leicht erklärlich, dass das faserige Grundgewebe von grösseren oder kleineren Hohlräumen, von mehr oder weniger regelmässig ausgebildeten Höhlen durchsetzt wird.

Die einzelnen Fibrillenbündel, sowie einzelne Fasern von äusserster Feinheit und sich dichotomisch theilend, lassen sich an Zerzupfungspräparaten (Fig. 6), durch leichtes Zerren des Schnittes, sowie durch Druck auf das Objectgläschen bei soeben aus der Verdauungsflüssigkeit entnommenen und in destillirtem Wasser abgewaschenen Präparaten (Fig. 7)

[1] v. Ebner, *Ueber den feineren Bau der Knochensubstanz.* LXXII. Bd. der Sitzungsberichte der K. Akad. der Wissenschaften zu Wien.

sehr leicht darstellen. Die einzelnen Fibrillenbündel sowohl, als die Fasern selbst scheinen sehr manichfaltig zu anastomosiren. Nicht selten beobachtet man, dass das Ende der Fibrillenbündel in feinste pinselartig angeordnete Fäserchen ausstrahlt (Fig. 7). — Ueber den Gehalt des Hyalinknorpels an elastischen Fasern kann ich nichts Genaueres mittheilen, da dieselben in der Regel an Trypsinpräparaten nicht sichtbar sind. Doch konnte ich zuweilen noch mittelst der gewöhnlichen Reagentien ein zierliches Netzwerk elastischer Fasern an solchen Präparaten nachweisen, welche ungenügend mit Trypsin verdaut waren und dann in 10% Kochsalzlösung gelegen hatten. — Meine histologischen Beobachtungen werden nun weiter durch werthvolle Untersuchungen von Morochowetz[1] sehr wesentlich vervollständigt. Morochowetz fand unter Leitung Kühne's, dass die hyaline Knorpelgrundsubstanz ein Gemisch von collagenem und mucingebendem Gewebe sei, dass das Chondrin aus der Reihe der Bestandtheile des Thierkörpers, wie überhaupt aus der Chemie zu streichen sei, da es rein dargestellt, mit dem Mucin identisch ist. Morochowetz erhielt aus dem hyalinen Knorpel beim Kochen Leim und Mucin. Der Leim wird eben von den Fibrillen und das Mucin der Hauptsache nach von der Kittsubstanz zwischen den Fasern und Faserbündeln geliefert. — Nach alledem ergiebt sich, dass meine bereits vor etwa 2 Jahren bezüglich des Knorpels gemachten Angaben im Wesentlichen richtig waren. Die Methode der Trypsinverdauung hat sie bestätigt, ja im Verein mit den Befunden von Morochowetz in wesentlichen Beziehungen erweitert. — Somit glaube ich die Definition des Hyalinknorpels folgendermassen zusammenfassen zu können: Der Hyalinknorpel ist in histologischer und chemischer Beziehung als leimgebendes fibrilläres Bindegewebe mit reichlicher mucinöser Kittsubstanz anzusehen. Die Knorpelzellen sind ihrem Wesen nach gewöhnliche Bindegewebszellen, sie stehen zu den Fasern in der Regel in keiner näheren Besiehung, haben, so viel ich bis jetzt gesehen habe, in dem zinne Heitzmann's keine Fortsätze u. s. w. Vom gewöhnlichen Bindegewebe unterscheidet sich der hyaline Knorpel nur dadurch, dass letzterer mehr mucinöse Kittsubstanz besitzt und, wenn wir von den jugendlichen Knorpelarten absehen, keine Gefässbahnen, keine Saftkanälchen aufzuweisen hat. Dieselben nachzuweisen, ist mir wenigstens nicht gelungen und ich bin nach meinen Untersuchungen am fötalen Knorpel

[1] Morochowetz, *Zur Histochemie des Bindegewebes*. Verhandlungen des Naturhistor. Med. Vereins zu Heidelberg. I. Bd. 5. Heft. Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg.

der Meinung, dass die hier vorhandenen Gefässbahnen später allmälig mit dem zunehmenden Gehalt an mucinöser Kittsubstanz verschwinden. Was die Ernährung des gefässlosen hyalinen Knorpelgewebes betrifft, so bin ich der Ansicht, dass dieselbe wahrscheinlich durch Diffusion innerhalb der mucinösen Kittsubstanz von den geschlossenen Endbahnen der Blutgefässe aus (an den Grenzen des Knorpelgewebes) effectuirt wird. — Bekanntlich hat v. Ebner drei verschiedene Anordnungsweisen der Fasern im Knochen beschrieben (l. c.) und dem entsprechend bis jetzt 3 Typen von Knochengewebe aufgestellt: I. das geflechtartige Knochengewebe, d. h. Faserbündel von wechselnder Dicke durchkreuzen sich in verschiedenen Richtungen. II. Das parallel-faserige Knochengewebe, d. h. parallele Faserbündel verbinden sich unter einander durch Fibrillenaustausch nach allen Seiten. III. Das lamellöse Knochengewebe, d. h. Fibrillenbündel verbinden sich durch innige Verflechtung zu Lamellen, welche in lockerer Verbindung übereinander liegen. Im Knorpel sah ich in überraschender Aehnlichkeit genau dieselbe Faseranordnung und lassen sich somit auch hier bis jetzt 3 Typen von Knorpelgewebe constatiren: 1) das parallel-faserige Knorpelgewebe — es scheint mir besonders häufig vorzukommen — (Fig. 1); 2) das netzförmige Knorpelgewebe (Fig. 4 und 5); 3) das lamellöse Knorpelgewebe (Fig. 2 und 3). Ich lasse es dahingestellt, ob es noch andere Arten giebt. Dass zwischen den genannten 3 Typen von Knorpelgewebe Uebergänge vorkommen, brauche ich wohl nicht besonders zu betonen. —

Die mitgetheilten histologischen und chemischen Beobachtungen sind, wie ich glaube, von allgemeinerem physiologischen und anatomischen Interesse. Nur einige Worte seien mir hierüber gestattet! — Zunächst sind wir nach den mitgetheilten Untersuchungsresultaten genöthigt, den bisherigen principiellen Unterschied zwischen Hyalinknorpel und Bindegewebe aufzugeben. Der Hyalinknorpel wird von nun an als eine besondere Art des fibrillären Bindegewebes anzusehen sein, d. h. als fibrilläres Bindegewebe mit beträchtlicherer mucinöser Kittsubstanz. Sodann wird auch die bisherige Eintheilung der im Thierkörper vorkommenden Knorpelarten nicht so streng festzuhalten sein; denn auch der Hyalinknorpel ist Faserknorpel, nur besitzt er mehr schleimige Kittsubstanz; auch der Hyalinknorpel ist Netzknorpel, er besitzt ebenfalls Netzwerke elastischer Fasern in variirender Menge u. s. w. —

Unsere Angaben sind weiter, wie ich glaube, von besonderem Interesse hinsichtlich der Lehre von der Verknöcherung und vom Knochenwachsthum. Man war bisher geneigt anzunehmen, dass das Knorpelgewebe bei der Verknöcherung als solches vollständig zu Grunde gehe und dass sich das Knochengewebe gleichsam aus einem zwischen Knorpel- und

Knochensubstanz stehenden Gewebe bilde. Da nach den schönen Untersuchungen von v. Ebner (l. c.) der Knochen aber ebenfalls aus collagenen Fibrillen mit den Kalksalzen als Kittsubstanz besteht, so ist es möglich, dass bei der Verknöcherung der mucinöse Kitt durch die Knochensalze ersetzt wird, während gleichzeitig die Knorpelfibrillen zu Knochenfasern werden. Die Hauptschwierigkeit wird sich dann, wie es scheint, hauptsächlich an die Frage nach der Entstehung der Knochenkörperchen knüpfen. — Der Unterschied zwischen Knorpelknochen und Bindegewebsknochen im bisherigen Sinne fällt fort.

Auch in pathologischer Beziehung z. B. mit Rücksicht auf die Ursachen der faserigen Degeneration des Knorpels, überhaupt mit Rücksicht auf die Erkrankungen des Knorpels, verdienen unsere Angaben Beachtung. Endlich dürfte auch die Entstehung des Hyalinknorpels jetzt leichter zu ergründen sein, als bisher. Mancherlei Beobachtungen scheinen dafür zu sprechen, dass bei der Entstehung des hyalinen Knorpelgewebes die Reibung ein wesentlicher Factor ist. Wenigstens sehen wir die Integrität des Hyalinknorpels gestört, wenn die Reibung, z. B. bei andauernder Ruhe des Gelenks, fehlt und andererseits entsteht Hyalinknorpel an Stellen, wo Reibung stattfindet, z. B. nach Gelenkresectionen, bei congenitalen Luxationen, bei nicht reponirten alten Luxationen u. s. w.

Doch genug der Vermuthungen! Ich hoffe, dass es mir vergönnt ist, die eine oder andere der berührten Fragen durch weitere Untersuchungen erledigen zu können. —

Vorstehende Untersuchungen habe ich im hiesigen physiologischen Institute ausgeführt und es sei mir gestattet, Herrn Prof. Ludwig an dieser Stelle für die Förderung meiner Arbeiten meinen Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Hyalinknorpel aus dem Kniegelenk eines neugeborenen Schafes. 20stündige Trypsinverdauung. (Schnitt). Verlauf der Fasern in paralleler Richtung. Die Knorpelzellen sind vollständig verschwunden. Carmin. Glycerin. Vergrösserung: Gundlach I/III. a. Falte.

Fig. 2. Hyalinknorpel aus dem Kniegelenk eines neugeborenen Hundes. 4 Tage Trypsinverdauung, dann 3 Tage lang 10 % Kochsalzlösung. Zerzupfungspräparat.

Carmin. Glycerin. Vergrösserung: Gundlach I/III. — Zwei rechtwinklig sich kreuzende Faserschichten mit noch erhaltenen Knorpelzellen (cfr. Text).

Fig. 3. Hyalinknorpel aus dem Kniegelenk eines neugeborenen Schafes. 24stündige Trypsinverdauung (Schnitt). 2 schief sich kreuzende Faserschichten. Carmin. Glycerin. Vergrösserung: Gundlach I/III.

Fig. 4. Hyalinknorpel aus dem Kniegelenk eines neugeborenen Hundes. Trypsinverdauung 4 Tage. 48 Stunden 10% Kochsalzlösung. Fibrilläres Netzwerk. Carmin. Glycerin. Vergrösserung: Hartnack II/VII.

Fig. 5. Sehr zellenreicher Hyalinknorpel aus dem Kniegelenk eines neugeborenen Schafes. Trypsin 20—24 Stunden. Druck auf das Deckgläschen. Balkenartige Anordnung der Fasern, welche hellere Räume mit oder ohne Knorpelzellen in verschiedener Anzahl umschliessen. Carmin. Glycerin. Vergrösserung: Hartnack II/VII.

Fig. 6. Hyalinknorpel aus dem Kniegelenk eines neugeborenen Hundes. 4 Tage Trypsin. 48 Stunden 10% Kochsalzlösung. Zerzupfungspräparat. Einzelne anastomosirende Fibrillen und Fibrillenbündel isolirt. Carmin. Glycerin. Vergrösserung: Gundlach II/III.

Fig. 7. Hyalinknorpel aus dem Kniegelenk eines neugeborenen Schafes. 24 Stunden Trypsin. Durch Druck auf das Deckgläschen einzelne Fasern isolirt, welche sich an den Enden pinselartig in feinste Fäserchen zertheilen. Glycerin. Vergrösserung: Gundlach II/III.

Kritische und experimentelle Studien über den Zusammenhalt des Hüftgelenks während des Lebens in allen normalen Fällen.[1]

Von

Dr. Hans Buchner
in München.

Die Anschauungen, welche wir über den Zusammenhalt des Hüftgelenks besitzen, entstammen im Wesentlichen einer um Decennien zurückliegenden Periode. Dass in denselben etwas enthalten war, das zu Bedenken Anlass geben konnte, beweisen wohl die im Laufe der Zeiten mehrfach wiederholten, wenn auch verfehlten Angriffe gegen dieselben. In der That werde ich zeigen müssen, dass im gegenwärtigen Gebiete noch jetzt ein Vorurtheil die Ansichten beherrscht, dessen Ursprung, wie man nicht leugnen kann, aus jener früheren Epoche datirt.

Es war damals eine Zeit, wo mit tiefem Ernste und mit dem trefflichsten Rüstzeug, aber auch mit hochgespannten Erwartungen an die Erforschung der physiologischen Erscheinungen herangegangen wurde. Jeder Schritt brachte neue Aufschlüsse, und grössere glaubte man in Bälde erhoffen zu dürfen. Bei einem so lebendigen Vorwärtsstreben lag aber begreiflicherweise die Gefahr nahe, von einer Idee sich fortreissen zu lassen, welche dem Bedürfniss nach Zweckmässigkeit in der Natur in so hohem Grade zu entsprechen schien, wie diejenige von der Wirksamkeit des Luftdrucks auf den Zusammenhalt der Gelenke.

Zunächst nun war es damals ein geringfügiger Irrthum, der die im Uebrigen so grossartigen Verdienste jener Forscher nicht im mindesten zu schmälern vermag. Allein indem die Späteren denselben als eine

---

[1] Die gegenwärtige Abhandlung verdankt ihren Ursprung einer Discussion in der morphologisch-physiologischen Gesellschaft zu München, welche das Wünschenswerthe klarer Vorstellungen in dem vorliegenden Gebiete deutlich erkennen liess.

wohlbegründete Theorie überkamen, hinderte sie dieses Vorurtheil an einer unbefangenen kritischen Betrachtung der Frage, wodurch dann im Verlaufe der Zeit jene etwas einseitigen Anschauungen nur immer grössere Bestätigung zu erlangen schienen und sogar nach mehrfacher Seite hin eine ganz ungerechtfertigte weitere Entwicklung erfuhren.

I. Die Hypothese der Gebrüder Weber.

Die Gebrüder Weber verzeichnen in ihrem berühmten Werke „Untersuchungen über die Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge“[1] bekanntlich vier Experimente zur Frage der Fixation des Hüftgelenks. Nach dem Ergebniss des ersten derselben, bei welchem sämmtliche das Bein mit dem Rumpfe verbindende Muskeln durchschnitten wurden, ohne dass das Bein herabgefallen wäre, gelangten sie (S. 151) zu folgendem Schlusse: „Das schwebende Bein hängt also nicht an den Muskeln, welche es mit dem Rumpfe verbinden; weil es nicht allein hängen bleibt, nachdem die Muskeln durchschnitten sind, sondern auch nicht einmal in seiner Lage die geringste Veränderung erleidet.“ Es lässt sich nicht leugnen, dass dieser Satz, sowie er dasteht, nach seinem blossen Wortlaut eine Ungenauigkeit enthält. Bewiesen wurde nämlich durch das Ergebniss des mitgetheilten Versuches eigentlich nur folgendes: „Weil das Bein hängen bleibt nach Durchschneidung der Muskeln, so können diese, falls die Musculatur überhaupt zur Aufhängung dient, jedenfalls nicht das einzige Mittel dazu sein.“ Auch bei fehlender Mitwirkung der Muskeln braucht also das Bein jedenfalls nicht herabzufallen. Ob aber diese Mitwirkung im lebenden Körper jemals fehlt, darüber vermag obiger Versuch natürlich keinen Aufschluss zu geben.

Die Gebrüder Weber waren auch kaum der Meinung, diese letztere Frage durch ihre Experimente entscheiden zu wollen; vielmehr hatten sie dieselbe schon im voraus erhoben und eine Antwort darauf zu geben versucht. S. 148 heisst es darüber: „Diese schwingende Bewegung des Beins, während es am Rumpfe hängt, ist bei jedem Schritte nothwendig, und wenn die Schwerkraft sie nicht bewirken könnte, so müssten Muskelkräfte dazu gebraucht werden, was aber nicht allein eine grosse Anstrengung verursachen, sondern auch um das Gehen und Laufen mit der zur Sicherheit nothwendigen Gesetzmässigkeit auszuführen, eine Kunst erfordern würde, die der Mensch beim schnellen Gebrauch seiner Muskeln nicht hat und nicht erwerben kann.“ Und ebenso S. 149:

[1] Göttingen 1836.

„. . . . Diese vollkommene Erschlaffung wird wirklich in den das Bein mit dem Rumpfe verbindenden Muskeln eintreten müssen, wenn jenes an diesem beim Gehen und Laufen herabhängt, weil dieselben von der heftigen Anstrengung der unmittelbar vorausgegangenen Streckung ausruhen müssen."

In dem Vorwärtspendeln des freihängenden Beins beim Gehen glaubten also die Gebr. Weber einen Zustand gefunden zu haben, bei welchem jede Muskelthätigkeit und somit wohl auch jede das Hüftgelenk fixirende Leistung von Seiten der Musculatur fehle. So wahrscheinlich diese Annahme nun auch scheinen mag, so wird man doch den Inhalt der citirten beiden Sätze nicht als einen exacten Beweis für dieselbe gelten lassen dürfen. Dies läge auch kaum im Sinne der Gebr. Weber. Denn unmittelbar an den letzteren der beiden Sätze wird von ihnen der folgende Anhang gemacht: „vorausgesetzt, dass das Bein nicht etwa dann von den Muskeln selbst getragen werden müsse."

Daraus ergiebt sich also schon, dass die vorausgegangene Deduction keinen Beweis geliefert haben könne, da es eingestandenermassen noch ungewiss ist, ob die Muskeln nicht doch beim Hängen des Beins nothwendig sind. Man wird also den Satz, dass die „vollkommene Erschlaffung in den . . . . Muskeln . . . . eintreten müsse" nur als eine Ansicht auffassen dürfen, für welche zwar eine gewisse Wahrscheinlichkeit aber keine zwingenden Gründe vorhanden sind, da ja seine Wahrheit durch den Ausfall der folgenden Versuche vielleicht gänzlich widerlegt werden könnte.

Trotzdem nun zeigt sich, dass die Gebr. Weber die Wahrscheinlichkeit dieses Satzes für gross genug hielten, um weitere Schlussfolgerungen darauf zu bauen, wie z. B. die hier bereits mitgetheilte, an den Ausfall des ersten Experiments geknüpfte. Es wird dies Verfahren begreiflich, wenn man den voraussichtlichen Gedankengang der Autoren bei dem schon citirten Satze auf S. 149 in Betracht zieht. Derselbe scheint mir etwa folgender zu sein: „Wenn die Muskeln zum Tragen des Beins nicht erforderlich sind (was die nachfolgenden Versuche schon erweisen werden), dann können dieselben während des Vorwärtsschwingens des Beines beim Gehen ausruhen, ohne dass das Bein deshalb fiele, und dann darf man sicherlich annehmen, dass sie dies in der That auch thun, indem sie der Ruhe nach der heftigen Anstrengung der unmittelbar vorangegangenen Streckung ja so sehr bedürfen."

Wir stehen hier also vor einer, wie man zugeben muss, schönen und geistreichen Combination, gegen deren Berechtigung, solange sie als solche d. h. als Hypothese betrachtet wird, gewiss Niemand etwas einzuwenden vermag. Wir verstehen jetzt, wie die Gebr. Weber dazu

kommen konnten, jenen oben citirten Schluss aus ihrem ersten Experiment zu ziehen, indem sie nämlich stillschweigend die Richtigkeit der eben entwickelten Hypothese supponirten; die Anfangs constatirte Ungenauigkeit in jenem Schlusssatze fällt somit hinweg. Selbstverständlich besitzt aber auch dieser Schlusssatz jetzt nur mehr hypothetische Wahrheit, da er eben auf einer noch unerwiesenen Hypothese basirt ist. Erst wenn die Unwirksamkeit der lebenden Musculatur für den Zusammenhalt des Hüftgelenks, auch nur in einer einzigen Stellung oder Function desselben sicher dargethan wäre, erst dann würde die Aufstellung der Gebrüder Weber über den Rang einer Hypothese sich erheben können. Erst dann würde aber auch der Weber'sche vierte Satz eine wirkliche Gültigkeit haben können, welcher lautet:[1] „Das schwebende Bein hängt also am Rumpfe, blos gehalten und getragen durch den Druck der atmosphärischen Luft, und kann nur herabfallen, wenn dieser Druck vermindert oder der luftdichte Schluss zwischen Schenkelkopf und Beckenpfanne aufgehoben wird." Solange aber nicht dargethan ist, dass im Leben Fälle vorkommen, wo die Muskeln das Bein wirklich mit gar keiner Kraft mehr am Rumpfe halten, solange kann das soeben in Anmerkung mitgetheilte vierte Weber'sche Experiment genau genommen nur folgendes beweisen: Auch wenn Muskeln und Bänder am Hüftgelenk fehlen, so kann doch der Luftdruck der Trennung des Gelenkes einen Widerstand entgegensetzen, welcher den durch die Schwere des ganzen Beins verursachten Zug zu überwinden vermag. Von diesem Gesichtspunkte aus besässe also der Weber'sche Nachweis selbstverständlich nur einen mittelbaren Werth, da derselbe ja nur auf mögliche Verhältnisse directen Bezug hätte.

Es sind dies die Bedenken, welche man gegenüber den Aufstellungen der Gebrüder Weber von vorneherein d. h. noch ohne jede weitergehende Untersuchung äussern kann. Es zeigt sich, dass diese Aufstellungen auf eine Hypothese begründet sind, deren Erweis bis jetzt nicht erbracht ist. Bevor jedoch an die nähere Prüfung dieser Hypothese herangegangen werden kann, ist es nöthig, vorerst noch einen anderen Punkt zu besprechen.

---

[1] A. a. O. S. 153. Das zugehörige vierte Experiment bestand in Folgendem: Das Bein wurde vom Rumpfe losgeschnitten, dann aber sein Schenkelkopf in die beim dritten Versuch durchbohrte Pfanne, wie ein Stempel in die Büchse, hineingeschoben, und seine Kugelfläche, nachdem die Luft zum Loche der Pfanne hinausgetrieben war, mit der Kugelfläche der Pfanne genau in Berührung gebracht. Das Bein hielt jedesmal, wenn das Loch mit dem Finger verschlossen wurde; im entgegengesetzten Falle fiel es.

Sämmtliche Anatomen, wenigstens soviel mir bekannt, folgten der Weber'schen Auffassung. So Henle, Hyrtl, Langer, Hofmann etc. Man kann dagegen nicht mehr und nicht weniger sagen, als gegen die Weber'schen Anschauungen überhaupt. Etwas ganz anderes aber ist das Verfahren mancher Schriftsteller, welche, den Weber'schen Standpunkt verlassend, nicht etwa nur bei dem frei herabhängenden Bein im Hüftgelenk (wo nach der Anschauung der Gebrüder Weber jede Muskelwirksamkeit fehlte), sondern bei verschiedenen andern Gelenken und bei allen möglichen normalen Functionen derselben während des Lebens die Wirksamkeit von Luftdruck für den Zusammenhalt zugleich mit jener der Musculatur und neben dieser annehmen. Ich glaube nicht, dass diese Autoren, indem sie derartige Behauptungen aufstellten, über die physikalischen Bedingungen für Wirksamkeit des Luftdrucks nur annähernd so klare Vorstellungen besassen, wie dies bei den Gebrüdern Weber ohne Zweifel der Fall war.

Ohne mich schon an dieser Stelle auf Näheres einzulassen, möchte ich es doch im Allgemeinen als bedenklich bezeichnen, wenn für dieselbe Erscheinung, hier für die Fixation eines Gelenkes, zwei ganz verschiedene Ursachen angenommen werden, ohne dass deren relativer Werth bestimmt wäre, ja ohne dass man wüsste, ob deren Wirkungen überhaupt und unter allen Bedingungen summirt auftreten können oder nicht. Sollte nämlich die letztere Frage zu verneinen sein, so könnte ja ganz leicht bei genauerer Untersuchung sich ergeben, dass die eine Ursache für die meisten, für alle Fälle ohne wirkliche Bedeutung ist, indem schon die andere allein den vorgestellten Zweck vollkommen erreicht; ein Ergebniss, durch welches dann die Auffassung des Problems doch wesentlich geändert würde.

Folgendes Beispiel möge dieses Verhältniss beleuchten. Eine schwere eiserne Kugel sei durch eine Kette so an den Boden befestigt, dass noch ein gewisser Spielraum zu Bewegungen für die Kugel übrig bleibt. Versucht man nun dieselbe aufzuheben, so muss zunächst die Schwerkraft überwunden werden, und erst wenn dies gelungen ist, kann nun allenfalls der Widerstand der Kette in Frage kommen, der von da an eine weitere Erhebung verhindert. Solange jedoch unsere Kraft nicht einmal hinreicht, das Gewicht der Kugel an sich zu heben, in allen diesen Fällen wird natürlich die Kette vollkommen wirkungslos bleiben.

Geradeso könnte es nun auch mit dem Zusammenhalt der Gelenke sein, dass nämlich in allen normalen Fällen das nächste Hinderniss, die fixirende Muskelthätigkeit schon für den Zusammenhalt hinreichend wirkte, so dass dann der Luftdruck ohne jeden Effect bliebe. Man entschuldige dieses etwas handgreifliche Beispiel; aber es scheint wie gesagt

zweifellos, dass die damit anschaulich gemachte Frage manchen der nach Weber'schen Autoren nicht zur vollen Deutlichkeit gekommen ist. Sonst könnte man ja nicht auf der einen Seite von ergiebiger Muskelwirksamkeit bei der Gelenkfixation und auf der andern wieder von Mitbetheiligung des Luftdrucks in denselben Fällen lesen, ohne dass irgendwo der Nachweis geliefert oder nur versucht wäre, ob denn diese beiden Wirkungen überhaupt resp. unter welchen Bedingungen sie sich etwa summiren können.

Nach Beendigung dieses Abschnittes, welcher mir als historische Anknüpfung unumgänglich nöthig schien, gehe ich nun zur eigentlichen Behandlung meines Themas über. Schon die vorausgehenden Erörterungen zeigten, dass bei der Frage nach dem Zusammenhalt des Hüftgelenks im Allgemeinen drei Fälle unterschieden werden können:[1] Entweder wird dieser Zusammenhalt lediglich durch den Luftdruck bewirkt, oder lediglich durch die Musculatur, oder endlich durch beide Mittel, indem sich dieselben in ihrer Wirkung gegenseitig ergänzen. Aufgabe einer exacten Behandlung des Gegenstandes wird es sein, diese drei Fälle eingehend zu untersuchen. Dabei versteht sich, dass die Bejahung einer einzigen dieser Möglichkeiten die Prüfung der übrigen von selbst überflüssig machen würde, dass dagegen verneinende Beantwortung eines Falles die Untersuchung der anderen Möglichkeiten keineswegs ersparen könnte. Hervorheben will ich noch besonders, dass bei dieser ganzen Arbeit nur auf normale, nicht aber auf pathologische Verhältnisse Rücksicht genommen werden soll.

II. Die Wirksamkeit des Luftdruckes für den Zusammenhalt des Hüftgelenks.

Der Luftdruck ist eine fortwährende Pressung, ein Gewicht, welches auf allen Theilen an der Erdoberfläche immerfort lastet.[2] Derselbe

[1] Von der fixirenden Wirkung der Bänder und Kapseltheile, die nur in einigen Stellungen in Frage kommen kann, wird hier abgesehen. Ebenso von der eventuellen Wirksamkeit der Adhäsion, die Aeby als eine ganz unbedeutende erwiesen hat. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. VI. H. 4. 1876.

[2] Man könnte die Meinung haben, dass die folgenden Auseinandersetzungen viel zu umständlich seien. Ich gebe dies vollkommen zu für den Fall, dass ich nur mit Physikern zu verhandeln hätte. Wenn man aber wüsste, welche Einwendungen mir von Nicht-Physikern gemacht wurden, so würde man ohne Zweifel mein eingehendes Verfahren begreiflich finden.

muss also stets wirksam sein; d. h. es bedarf ununterbrochen einer Kraft, welche demselben das Gleichgewicht hält, widrigenfalls derselbe sofort Bewegung erzeugen müsste. Zunächst sind es die inneren sog. elastischen Kräfte der festen, flüssigen und gasförmigen Körper, welche jeder Zusammenpressung von aussen Widerstandskraft entgegensetzen, und zwar genau soviel Kraft als die äussere Pressung beträgt; (denn wenn die Widerstandskraft grösser wäre als die pressende, dann müsste sich ja der betreffende Körper ausdehnen, wenn sie kleiner wäre, müsste er zusammengedrückt werden).

Ueberall an der Erdoberfläche existirt also dieses Gleichgewicht, von dem wir, wie von jedem Gleichgewichtszustand an und für sich nicht das geringste wahrnehmen (z. B. an unserm eignen Körper). Es ist nun aber möglich, durch geeignete Veranstaltungen die Rolle, welche in den bisherigen Fällen die inneren elastischen Kräfte der Körper dem Luftdrucke gegenüber spielten, auch auf andere äussere Zug- und Druckkräfte zu übertragen (z. B. beim Barometer auf das Gewicht einer Quecksilbersäule). Auch in diesen Fällen muss selbstverständlich vollkommenes Gleichgewicht bestehen, wenn Bewegung nicht eintreten soll, d. h. die äusseren Kräfte müssen nunmehr ebenso vollkommen genau gleich dem Luftdrucke, weder stärker noch schwächer wirken, wie in dem früheren Falle. Nur in diesen letzteren Fällen kann uns aber der Luftdruck etwas leisten, da wir von der Ueberwindung der inneren elastischen Kräfte der Körper, von der Zusammendrückung der Substanz durch den Luftdruck für gewöhnlich keinen Gebrauch zu machen pflegen. Es ist offenbar, dass auch die „Zusammenhaltgebende Wirksamkeit des Luftdruckes auf ein Gelenk" nur unter diese Klasse von Fällen gehören könne; denn es kann sich bei ihr nur darum handeln, dass der Luftdruck irgend einer äusseren Zugwirkung, welche das Gelenk zu trennen strebt, entgegen wirke (z. B. dem Gewichte der Extremität selbst, oder auch nur dem kleinsten Bruchtheil desselben), nicht aber darum, dass er blos jeden einzelnen Gelenkknorpel um ein gewisses Maass zusammendrücke, ohne auch nur dem geringsten, das Gelenk distrahirenden Zuge Widerstand zu leisten.

Halten wir fest, dass in dieser Definition die einzige Bedingung gegeben ist, unter welcher der Luftdruck für den Zusammenhalt eines Gelenkes von Bedeutung zu werden vermag, so werden wir damit die Aufgabe unserer gegenwärtigen rein physikalischen Untersuchung vollkommen scharf bestimmt haben. Denken wir uns nun ein Gelenk von allen Weichtheilen mit Ausnahme der Kapsel entblösst, so wird sich dasselbe zutreffend mit einer sehr genau gearbeiteten Luftpumpe vergleichen lassen, deren Kolben soweit als möglich in den Hohlcylinder

hineingeschoben ist. Zwischen Kolben und Boden des Cylinders d. h. also überhaupt im Innern der Pumpe soll sich durchaus keine Luft mehr befinden, auch jeder Zutritt derselben durch Ventile unmöglich sein. Alsdann wird ein am Kolben angebrachter Zug erfahrungsgemäss denselben erst bewegen können, wenn die Zugskraft grösser ist als das Gewicht einer Quecksilbersäule von dem Querschnitt des Kolbens und der Höhe des Barometerstandes im nämlichen Augenblick. Sobald nun diese Bewegung eintritt, findet sich zwischen Kolben und Boden der Luftpumpe ein luftleerer Raum, oder ein Raum von dem Drucke = Null (wodurch es eben verständlich wird, dass die Luft von aussen mit einem so grossen Uebergewichte auf den Kolben zu drücken vermag). Vorher, solange wir an dem Kolben noch gar keinen Zug angebracht hatten, da herrschte natürlich in dem ganzen Apparate der Druck von einer Atmosphäre, und es gab kein Raumtheilchen, in welchem dieser Druck nicht vorhanden gewesen wäre.

Zwischen diesen beiden extremen Fällen ist nun eine unbegrenzte Zahl von Uebergangsfällen möglich, von solchen nämlich, in denen zwar ein Zug an dem Kolben wirkt, der aber noch nicht so gross ist als das Gewicht einer Quecksilbersäule von dem Querschnitt des Kolbens und der Höhe des Barometerstandes im nämlichen Augenblicke. Bewegung des Kolbens tritt in diesen Fällen nicht ein, weil die äussere atmosphärische Pressung durch den angewendeten Zug noch nicht überwunden wird, oder mit anderen Worten, weil die atmosphärische Pressung den Effect des angewendeten Zuges vernichtet. Dies kann aber nicht geschehen, ohne dass nicht umgekehrt der Effect der äusseren atmosphärischen Pressung durch den angewendeten Zug zu einem gewissen Theile vernichtet würde. Gleichsam nur ein Rest der äusseren Spannung bleibt also übrig nnd auf dem Kolben lastend; die nothwendige Folge davon aber ist, dass im ganzen Kolben, in allen kleinsten Theilchen desselben die Pressung sinken muss und ebenso auch in dem Raume zwischen Kolben und Boden des Cylinders d. h. da ein messbarer Raum daselbst nicht existiren soll, in allen angrenzenden kleinsten Theilchen des Cylinders.

Diese einfache physikalische Thatsache kann man ebensogut in mehrfach anderer Weise zum Ausdruck bringen, ohne dass ich dies zu thun hier für nöthig hielte. Nur an ein bekanntes Beispiel möchte ich noch erinnern. Haben wir unter die Glocke der Luftpumpe ein Manometer gestellt, so giebt uns beim allmäligen Auspumpen sein jedesmaliger Stand genau an, wie gross (relativ genommen) die Kraft sein müsse, welche zu einem Abreissen der Glocke vom Teller eben erforderlich wäre. Es beweist dies deutlich, dass der Zusammenhalt der Glocke

mit dem Teller lediglich durch den Unterschied der innern und äussern Spannung bedingt werde, weil ja die äussere Spannung sich nicht verändert. Genau ebenso verhält sich dies aber bei den Gelenken. Je geringer innen im Gelenkraum der Druck, desto grösser ist der Unterschied gegenüber der äusseren Spannung und desto grösser auch die Zusammenhaltgebende Wirkung des Luftdruckes und umgekehrt.

Aus diesen Thatsachen ergeben sich also folgende, für unsere Untersuchung höchst bedeutungsvolle Schlüsse: Wirksamkeit des Luftdrucks für den Zusammenhalt eines Gelenkes ist nur dann möglich und vorhanden, wenn innerhalb des Gelenkraumes ein geringerer Druck herrscht als ausserhalb desselben. Die Zusammenhaltgebende Wirksamkeit des Luftdruckes richtet sich in ihrer Grösse nach dem Maasse der Druckverminderung im Innern des Gelenkraumes.[1]

Auf welche Art und Weise äussert sich nun die Zusammenhaltgebende Wirksamkeit des Luftdrucks auf ein Gelenk, vorausgesetzt dass eine solche im gegebenen Falle vorhanden sei? Allgemein ausgedrückt wird dieselbe offenbar nur darin bestehen können, dass sämmtliche Bestandtheile des Gelenkes gegen den Ort des verminderten Druckes gepresst werden, welcher sich der Regel nach an der Grenze der beiden Knorpelflächen finden wird. Principiell bleibt es also vollkommen gleich-

[1] Vulgär ausgedrückt würde dieser Satz einfach so lauten: „Bei jedem Zug am Gelenke entsteht immer eine Saugwirkung im Gelenkraum.“ Im Begriff des „Saugens“ liegt schon die Druckverminderung und zugleich die Zusammenhaltgebende Wirksamkeit des Luftdruckes (denn „Saugen“ ist ohne äusseren Luft- oder Wasser- etc. Druck unmöglich). Ein Schröpfkopf „saugt“ nicht mehr, wenn der Druck in seinem Innern gleich geworden ist dem äusseren; in demselben Augenblicke fällt er auch ab, es ist keine Wirksamkeit des Luftdrucks auf den Zusammenhalt mehr vorhanden.

Obwohl meiner Ansicht nach die gemachten Darlegungen längst hinreichen sollten, um die aufgestellten Fragen stricte zu beantworten, so will ich doch noch auf einen Einwand, der mir gemacht wurde, mit wenig Worten eingehen. Man hat mir gesagt, der Luftdruck könne sich in das Innere eines intacten Gelenkes überhaupt nicht fortpflanzen. Ich weiss nicht, welche metaphysische Vorstellung vom Wesen des Luftdrucks einer solchen Behauptung zu Grunde liegt. Mir ist es unfassbar, wie das Gewicht einer Luftsäule (welches eben den Luftdruck darstellt) sich anders verhalten sollte, als das Gewicht einer Wassersäule, oder eines Stückes Eisen etc. Alle diese Drücke werden aber bekanntlich durch feste Körper, nachdem letztere eine gewisse Zusammenpressung erfahren haben, vollständig und ohne jeden Verlust fortgepflanzt. Wenn ich mit meiner Hand auf einen Knorpel drücke, so wird dieser Druck vollkommen fortgeleitet, auf geradem Wege durch das Innere des Knorpels hindurch. Man kann also nicht sagen, dass im Innern des Knorpels der Druck nicht vorhanden sei. Genau dasselbe gilt selbstverständlich für jeden andern Druck, also auch für das Gewicht einer Luftsäule.

gültig, welcher Art diese Gelenktheile seien; es können im Allgemeinen ebensogut Kapseltheile, als Quantitäten der Synovialflüssigkeit, als auch die Gelenkknorpel selbst sein. Aus der anatomischen Beschaffenheit der einzelnen Gelenke aber wird sich ergeben, welche Theile es in jedem besonderen Falle sein müssen. Dürfte man z. B. annehmen, dass in die Pfanne des Hüftgelenks nichts einzudringen vermöge als höchstens etwas Synovia, so könnte eben zunächst nur die letztere gegen den Ort des verminderten Druckes gedrängt werden. Und falls dies nicht ausreichte, um den Druck wieder steigen zu machen, so könnten jetzt nur noch die Gelenkknorpel der Pfanne und des Schenkelkopfes, d. h. eben die damit fest verbundenen Knochen gegen den Ort des verminderten Druckes gepresst werden; der Luftdruck müsste also dann erst für die Fixirung des Femurs am Becken eigentlich wirksam werden. Bei dem viel freier zugänglichen Schultergelenk wird man sich schon denken können, dass unter Umständen zunächst die Kapsel eingestülpt werde und den Raum theilweise erfülle.[1] Und so wird dies bei den verschiedenen Gelenken sehr verschieden sein. Nur dann aber, wenn die überknorpelten Enden der Knochen selbst in erster Linie gegen den Ort des verminderten Druckes gepresst werden, kann eine Wirsamkeit des Luftdruckes stattfinden, welche der Distraction des Gelenkes d. h. dem Auseinanderweichen der Knorpelflächen entgegen ist.

Aus diesem Gesichtspunkte sind also z. B. die Versuche von Aeby[2] zu betrachten. Dieselben geben uns einen experimentellen Aufschluss darüber, inwieweit bei den verschiedenen Gelenken im Nothfall auch andere Körper als die zunächst liegenden Knorpelflächen z. B. Kapseltheile in den Ort des verminderten Druckes gedrängt zu werden vermögen. Je mehr dies nämlich der Fall ist, umsoweniger kann der Luftdruck natürlich gerade die Gelenkflächen vor dem Auseinanderweichen bewahren, umso leichter werden diese also von einander abgezogen. So können bekanntlich die Metacarpo-Phalangeal-Gelenke durch Zug an den Fingern nicht unbeträchtlich distrahirt werden (an meinen Fingern 1·5—2·0 mm). Die Grenze dieser Verlängerung ist offenbar durch die Straffheit der Kapsel gesetzt, welche sich bei diesem Experiment in den Gelenkraum drängen muss.

---

[1] Von einer Wirkung der Musculatur, welche die Kapsel spannen könnte, ist hier natürlich abgesehen.

[2] *Beiträge zur Kenntniss der Gelenke.* Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. VI. 4. H. 1876. S. 401.

Nachdem nunmehr die Bedingungen für Wirksamkeit des Luftdruckes zum Zusammenhalt eines Gelenkes im Allgemeinen erkannt sind, wird es möglich sein, die Annahme einer normal während des Lebens bestehenden thatsächlichen derartigen Wirksamkeit unter Berücksichtigung der obwaltenden anatomischen Verhältnisse auf ihre Berechtigung zu prüfen.

Es wurde im Vorhergehenden festgestellt, dass eine solche Wirksamkeit nur dann möglich und vorhanden sei, wenn im Gelenkraum geringere Spannung herrsche als ausserhalb desselben. Wenden wir diese Erkenntniss an um zu einer genaueren Fragestellung zu gelangen, so ergiebt sich, dass wir das Thema dieses Abschnittes nun ganz einfach und präcis in folgender Weise ausdrücken können: „Existirt in dem Gelenkraum während des Lebens und unter normalen Verhältnissen jemals negativer d. h. geringerer Druck als der äussere atmosphärische oder nicht?"

Angesichts dieser Fragestellung dürfte, wie ich glaube, die Hypothese der Gebrüder Weber in einem neuen Lichte erscheinen. Nach der Annahme dieser Autoren hängt das schwebende Bein am Rumpfe, blos getragen durch den Druck der atmosphärischen Luft. Dies würde aber mit anderen Worten heissen: bei dem freischwebenden Bein existirt im Innern des Gelenkraumes eine Saugwirkung, ein negativer Druck, dessen Intensität sich berechnet aus dem Gewichte des Beins und dem zur Verfügung stehenden Querschnitte. Bekanntlich sollten nun diese beiden letzteren Grössen in einem solchen Verhältnisse stehen, dass der gewöhnliche Atmosphärendruck hinreichte, um das Gewicht des Beins ungefähr zu äquilibriren. Demzufolge müsste aber dann im Gelenkraum ein Druck existiren, welcher wenigstens nahezu gleich Null sein würde. Während also diese Theorie bisher den Umstand für sich zu haben schien, dass nach ihr die Knorpelflächen des Hüftgelenks bei freihängendem Bein von jedem Druck durch die zusammenpressenden Muskeln entlastet und darum vor Abnutzung möglichst geschont wären, so zeigt sich jetzt, dass gerade nach dieser Hypothese im Hüftgelenkraum zeitweise ganz abnorme Verhältnisse existirten, nämlich ein vollkommenes Fehlen jedes Druckes, wie wir einen solchen Zustand bei physikalischen Experimenten nur unter Verwendung der starrsten, solidesten und undurchdringlichsten Materialien herzustellen vermögen. Jedenfalls dürfte man sonach erwarten, dass die Gelenkhöhlen ganz vorzugsweise befähigt seien, so abnormen Druckverhältnissen ohne Schädigung zu widerstehen. Dies ist jedoch nicht der Fall.

Gerade bei den freieren Gelenken, bei Schulter und Hüfte finden sich viele gefässreiche Partien im Innern des Gelenkraumes. Henle

sagt darüber:[1] „Feine gefässreiche Zotten sitzen haufenweise um den Eingang der Bursa synovialis subscapularis und in der Nähe der Humerusinsertion der Kapsel;“ und rücksichtlich des Hüftgelenks äussert er über das ligamentum teres:[2] „Immer ist es wesentlich Träger von Gefässen,“ ferner:[3] „Es wäre wunderbar, wenn die Natur ein so gefässreiches Gebilde zu einem Dienst bestimmt haben sollte (als Hemmungsband), in welchem es nothwendig Dehnung und Zerrung erfahren muss, während doch sonst überall Vorsorge getroffen ist, dass die Blutgefässe von der Compression wie von der Spannung einzelner Körpertheile unberührt bleiben.“

Auch die neuesten Untersuchungen über den Bau der Synovialmembranen von Tillmanns,[4] Reyher[5] und Steinberg[6] sprechen sich übereinstimmend dahin aus, dass die Blutgefässe in diesen Membranen dicht unter dem Epithel, also ganz oberflächlich liegen. Die dünne Decke, welche auf den Blutgefässen liegt, vermag dieselben somit unmöglich vor dem Einflusse der herabgesetzten Spannung im Gelenkraum zu schützen. Es müsste vielmehr der Luftdruck, welcher auf dem ganzen Körper, also auch auf dem Blute lastet, in den Gefässen sofort wirksam werden, wenn das Blut in einen Raum von geringerer Spannung tritt, er müsste die Gefässe erweitern, ja selbst zerreissen. Aber auch das Blut müsste dieselbe Veränderung zeigen, die es immer erleidet, wenn der darauf lastende Druck erheblich vermindert wird; es müssten nach Maassgabe der herabgesetzten Spannung die Blutgase zur Entwicklung kommen. Allerdings existirt im Gelenke für gewöhnlich kein Raum, in welchen etwa Blut sich ergiessen oder Gase sich entwickeln könnten. Allein in der starken Saugwirkung, welche im Gelenke angenommen wird, liegt es eben inbegriffen, dass jeder mit positivem Druck ankommende Körper sofort Raum erhält um sich auszudehnen, soweit bis hierdurch der Druck wieder gestiegen und mit dem atmosphärischen in's Gleichgewicht gekommen ist.

Der stärkste Inspirationsdruck bei einem erwachsenen Manne ist nach meiner Beobachtung — 60—70 mm Quecksilber, der stärkste Exspirationsdruck nur + 30—40 mm also dort etwa $^1/_{12}$, hier etwa $^1/_{20}$ Atmosphäre. Wir wissen aber, wie gewaltsam bei tiefen Inspiratio-

[1] Henle, *Handbuch der systemat. Anatomie.* Braunschweig 1855—66. Bd. I. 2. S. 72.

[2] Henle, a. a. O. S. 124.

[3] A. a. O. S. 131.

[4] *Archiv f. mikrosk. Anatomie.* X. S. 401.

[5] *Journal of anat. and physiol.* VIII. p. 261.

[6] *Inaug.-Diss.* Petersburg 1874.

nen das Blut aus den benachbarten Gefässen nach der Brusthöhle gezogen, bei Exspirationen wieder hinausgeschafft wird. Schon 40 ^{mm} Hg. negativer Spannung erzeugen an der Zunge intensive Hyperämie. Der einzige Ort im Körper, wo wir constant negativen Druck vorfinden, ist bekanntlich die Pleurahöhle. Diese zeigt sich aber von einer Membran ausgekleidet, zu deren Eigenthümlichkeiten die Armuth an Blutgefässen gehört, und die Grösse der ganzen dort herrschenden Spannung beträgt nach Donders nur 6 ^{mm} Hg.

In Erwägung aller dieser Thatsachen halte ich es für gar nicht wahrscheinlich, dass selbst eine nur geringe negative Spannung im Gelenkraum mit dem Bestehen normaler Verhältnisse verträglich sein könne. Ich halte es aber für gewiss, dass ein so bedeutendes Sinken des Druckes, wie es die Weber'sche Hypothese verlangt, ohne Schädigung der Gelenktheile nicht eintreten könne. Hieraus aber folgt mit Nothwendigkeit, dass der Luftdruck für sich allein während des Lebens in keinem normalen Falle den Zusammenhalt des Hüftgelenks bewirken kann.

Da somit eine bejahende Erledigung für die erste der früher aufgestellten Möglichkeiten sich nicht ergeben hat, so schreiten wir nun zur Untersuchung der zweiten unter denselben, dass nämlich die Muskeln allein während des Lebens in allen normalen Fällen den Zusammenhalt des Hüftgelenks bewirken könnten. Bevor ich jedoch mit diesen Darlegungen beginne, soll zuerst eines wichtigen Umstandes gedacht werden, der gleich zu Anfang unsere Hoffnung, hier zu einem Abschluss, einem bejahenden Resultate zu gelangen, nicht unwesentlich erhöhen dürfte.

Wenn nämlich Muskelwirkung die Gelenkflächen stärker an einander presst, als sie der distrahirende Zug zu trennen strebt, so kann selbstverständlich im Gelenkraum ein geringerer Druck als der atmosphärische nicht zu Stande kommen. Denn in diesem Falle bleibt ja ausser dem atmosphärischen noch ein Rest von positivem Muskeldruck auf den Gelenkflächen lasten. Es wäre somit absurd, in diesem Falle noch eine Zusammenhaltgebende Wirksamkeit des Luftdrucks annehmen zu wollen; vielmehr ist es ganz allein die Wirksamkeit der Musculatur, welche dann den Zusammenhalt versichert. Daraus ergiebt sich also die einfache Regel: Solange die Gelenkflächen durch Muskelwirksamkeit wenigstens ebenso stark aneinander gepresst werden, als sie der distrahirende Zug zu trennen strebt, solange existirt keine Wirksamkeit des Luft-

druckes für den Zusammenhalt des Gelenkes. Wenn somit die Muskelwirksamkeit zureichend ist für den Zusammenhalt, dann ist sie auch immer das einzige Fixationsmittel. Die Frage nach der ausschliesslichen Wirksamkeit der Musculatur für den Zusammenhalt des Hüftgelenks lässt sich daher auflösen in die wesentlich einfachere: Genügt während des Lebens in allen normalen Fällen die Musculatur zur Fixirung des Hüftgelenks?

III. Die Wirksamkeit der Muskeln für den Zusammenhalt des Hüftgelenks.

Es ist zu bedauern, dass die geringen Vorarbeiten auf diesem Gebiete eine Behandlung desselben mit dem wünschenswerthen Grad von Genauigkeit und Vollendung nicht thunlich erscheinen lassen. Indess wird sich doch immerhin soviel ergeben, als zur Beantwortung unserer Fragen vorläufig nöthig ist.

Zunächst versteht sich von selbst, dass die Musculatur nur dann den Zusammenhalt der Gelenke zu unterstützen vermöge, wenn derselben ein Verkürzungsbestreben innewohnt. Von der geringsten aber bis zur maximalen Contraction haben wir eine ununterbrochene Reihe von Zuständen, deren jeder physiologisch vorkommen kann und deren jeder für die Fixirung des betreffenden Gelenks einen bestimmten Werth besitzt. Diese Zustände abzutheilen nach der Art der Ursache, welche dieselben hervorruft (in „elastische Spannung“, „Tonus“ und „willkürliche Contraction“) könnte für unsere gegenwärtige Absicht von gar keiner wesentlichen Bedeutung sein; dagegen werden wir allerdings mit dem Maass der Erregung und alsdann auch der Kraftleistung des Muskels für die einzelnen Fälle uns beschäftigen müssen. Es schiene nämlich strenggenommen nöthig, eine ganze Reihe von Untersuchungen durchzuführen für alle möglichen Functionen der Gelenke, um für jede derselben genau zu wissen, ob die Kraft der Muskeln die Gelenkflächen stärker oder wenigstens ebenso stark zusammenpresst als der distrahirende Zug sie zu trennen strebt. Bei näherem Zusehen zeigt sich jedoch, dass diese Aufgabe sehr wesentlich vereinfacht werden kann.

Es ist nämlich möglich, den grössten Theil aller Fälle, die wirklich während des Lebens vorkommen, aus dieser Betrachtung von vorneherein ganz hinwegzulassen; dahin gehören alle diejenigen, wo der Zusammenhalt des Gelenkes schon durch die äusseren Umstände garantirt ist, indem überhaupt gar kein Zug an dem Gelenke wirkt, sondern sogar

ein Druck auf dasselbe geübt wird. Dann ist es ja vernünftiger Weise überflüssig, nach den Mitteln des Zusammenhalts im Besonderen zu forschen. Es gehören hieher alle Fälle, in denen ein Gelenk aus der gebeugten (adducirten, nach innen rotirten) in die gestreckte (abducirte, nach aussen rotirte) Stellung durch einseitig überwiegende Contraction der dasselbe umgebenden Muskeln gebracht wird, und selbstverständlich auch die entgegengesetzten. Alle diese Fälle lassen sich exact unter den gemeinschaftlichen Begriff zusammenfassen, dass in ihnen durch die Musculatur der Gelenke äussere Arbeit geleistet wird. Denn offenbar ist äussere Arbeitsleistung von Seite der ein Gelenk umgebenden Muskeln nicht möglich ohne Stellungsänderung des Gelenkes und diese nicht ohne einseitig überwiegende Contraction der Musculatur. Ruhe des Gelenks dagegen, herbeigeführt durch gleichmässigen Zug der Antagonisten, kann niemals zu äusserer Arbeit führen.

In allen diesen Fällen wird man sich nun durch eine Zeichnung leicht anschaulich davon überzeugen können, dass der Widerstand der äusseren Arbeitsleistung immer nur dazu dient, die Gelenkflächen stärker und stärker zusammenzupressen. Somit kann es, wie gesagt, für unsere Aufgabe von gar keinem Werthe sein, diese Fälle eingehend zu studiren. Dieselben besitzen zwar im Allgemeinen ein hohes Interesse als muskelmechanische Probleme, dagegen sind sie gleichgültig für die Frage nach dem Zusammenhalt der Gelenke.

Wir kommen nun zur zweiten Klasse von Fällen, wo die Muskeln des Gelenks gleichmässig gespannt sind, äussere Arbeit somit durch dieselben nicht verrichtet wird. Dabei kann das Gelenk im Allgemeinen sowohl gestreckt (abducirt etc.) als in irgend einem Grade gebeugt (adducirt etc.) sein. Bedingung ist nur, dass in demselben gar keine Bewegung stattfinde, oder wenn ja, dass dieselbe nicht durch die Muskeln des Gelenkes selbst, sondern durch irgend welche äussere Kraft z. B. durch die Schwere (freies Pendeln) verursacht werde. Wie man sieht, haben also jetzt die Muskeln des Gelenks im Wesentlichen nur mehr die Rolle von haltgebenden Bändern, welche allerdings, und dies ist ihre eigenthümliche Bedeutung, im Bedarfsfalle einer augenblicklichen Verstärkung fähig sind. Nach Maassgabe dieses erhöhten oder verminderten Contractionszustandes würden wir nun für die zusammenpressende Kraft selbstverständlich eine Reihe von sehr verschiedenen Werthen erhalten, welche, das wird man schon von vorneherein vermuthen können, mit den distrahirenden Zugskräften im Allgemeinen parallel wachsen und sich vermindern. Es würde also nur darauf ankommen, diese sich entgegenwirkenden Kräfte für jeden einzelnen Fall in ihrer Grösse zu bestimmen und zu vergleichen, und darnach die Entscheidung zu

treffen, auf welche Seite hin, ob auf jene des Zusammenhalts oder der Distraction des Gelenkes der Ueberschuss an Kraft zu fallen habe.

Wiederum also scheint die Nothwendigkeit einer ausgedehnten Untersuchungsreihe zu drohen; aber auch hier wird sich eine zusammenfassende Betrachtung als möglich zeigen, sobald nur zuerst in einem einzigen Falle die Verhältnisse genau und sicher erkannt sind.

Wenn wir das Verkürzungsbestreben des Muskels, die Kraft per □^{cm} kennen wollen, so müssen wir, soviel ich sehe, nothwendig einen der beiden Grenzfälle ins Auge fassen, jenen des minimalen oder jenen des maximalen Verkürzungsbestrebens. Denn für das letztere haben wir eine Zahl durch die Bemühungen von Henke und Knorz und Anderen; das minimale kennen wir zwar noch nicht, dasselbe lässt sich jedoch durch einen Versuch ermitteln. Aber alle Abstufungen, welche dazwischen liegen, vermögen wir nach ihrem Grad nicht mit Sicherheit zu bestimmen, weil ja dies lauter Fälle sind, in denen äussere Arbeit durch die Muskeln nicht geleistet wird, in denen also nichts gemessen werden kann.

Unter den beiden zugänglichen Fällen wähle ich nun jenen, bei dem die Musculatur in minimalem Verkürzungsbestreben sich befindet, nnd denke mir als Zug, der am Gelenke distrahirend wirken soll, einfach das Gewicht der Extremität. Es entsteht nun die Frage: Wie gross ist beim freihängenden Bein unter Annahme eines minimalen Verkürzungsbestrebens der Musculatur, also im ungünstigsten Falle, die Kraft, welche den Hüftgelenkskopf in die Pfanne drückt, verglichen mit dem Gewichte des Beins, welches denselben aus der Pfanne zu ziehen sucht?

Ich muss hier nachträglich bemerken, dass unter „minimalem Verkürzungsbestreben“ derjenige geringste Contractionszustand verstanden werden soll, welcher der Musculatur des Lebenden normaler Weise stets, also auch bei Ausschluss aller vom Hirn ausgehenden Erregungen noch innewohnt. Dieses Contractionsbestreben war den Chirurgen schon längst bekannt. Dasselbe kommt bei Knochenfracturen etc., weil mit willkürlicher und Reflex-Muskelthätigkeit vermischt, allerdings nicht rein zur Beobachtung. Sehr deutlich dagegen spricht sich dasselbe in dem Umstand aus, dass bei passiven Beugungen oder Streckungen unserer Glieder die Muskeln der Beuge- resp. Streckseite, deren Ansatzpunkte bei diesem Vorgang doch wesentlich einander genähert werden, nicht etwa Erschlaffung und Faltenbildung zeigen, wie dies bei einem nicht contractilen Strang natürlich erfolgen müsste. Man hat diesen Zustand schon frühzeitig als „Tonus“ oder „elastische Spannung“ bezeichnet. Wenn derselbe rein zur Beobachtung kommt, wie in dem tiefen Stadium

der Chloroformnarkose, so möchte ich denselben für meinen Zweck als minimales Verkürzungsbestreben der Muskeln bezeichnen.

Um nun die aufgestellte Frage zu entscheiden, müssen wir erstens kennen die Grösse des minimalen Verkürzungsbestrebens für den □^{cm} lebenden Muskels; zweitens die Zugrichtung und die relative Kraft sämmtlicher Muskeln, welche über das Hüftgelenk hinweggehen. Für diese drei Momente habe ich mich bemüht, Anhaltspunkte zu erlangen, welche jedoch, was ich gleich von vorneherein bemerken will, wenigstens für den ersten und dritten Punkt nur als Annäherungen betrachtet werden können, da so wichtige Constanten erst auf Grund mehrfacher und unter verschiedenen Umständen ausgeführter Bestimmungen als allgemein gültig anerkannt werden könnten.

Mein Freund Dr. Helferich, Assistent an der chirurgischen Klinik zu Leipzig, hatte die Güte, folgende Beobachtung anzustellen. Bei einem 5jährigen kräftigen Knaben wurde 1 Stunde nach erlittener (directer) Fractur des Femur in tiefer Chloroformnarkose das Gewicht bestimmt, welches nöthig war, um dem fracturirten Beine die Länge des gesunden zu geben. Dasselbe betrug gerade 2500 ^{gm}. Da jedoch die Schnur, an welcher das Gewicht hing, nicht über eine Rolle, sondern über die Ecke der Matratze lief, so muss ein beträchtlicher Theil des Gewichts für die Reibung abgezogen werden, und zwar, wie nachträgliche Versuche lehrten, etwa 500 ^{gm}. Die Leistung der Muskeln war somit 2000 ^{gm}. Der Umfang des Beins an der Fracturstelle betrug 29 ^{cm}, der Radius des Querschnitts somit, wenn man sich denselben als Kreis denkt, 4·62 ^{cm}. Von diesem Querschnitt rechne ich nun für Haut und Fett, dann für Gefässe und Bindegewebe soviel ab, dass der Radius um 0·62 ^{cm} kleiner wird. Und von dem hieraus sich ergebenden Flächeninhalt des Querschnitts subtrahire ich noch 2 □^{cm} für den Femur. Es ergiebt mir dann der Rest von 50 □^{cm} die Grösse des Muskelquerschnitts an der Fracturstelle.

Ferner mache ich die für meinen Zweck ungünstige Annahme, dass alle diese Muskeln — was in der That nicht der Fall ist — parallel zum Femur gefasert und daher möglichst günstig für die hier geforderte Wirkung angeordnet seien. Es würde sich dann also ergeben, dass 50 □^{cm} Muskel in der tiefen Chloroformnarkose d. h. bei minimalem Verkürzungsbestreben eine Kraft von 2000 ^{gm} repräsentiren oder 1 □^{cm} eine solche von 40 ^{gm}. Ich wiederhole, dass dies nur eine annäherungsweise Bestimmung sein soll, für welche ich jede weitere experimentelle Prüfung mit Dank anerkennen werde.

Zweitens bedarf es nun der Zugrichtungen und der relativen Kraftgrössen der am Hüftgelenk befindlichen Muskeln. Für den ersten Punkt

existirt als werthvolle Vorarbeit eine Reihe von Bestimmungen von A. Fick;[1] für den zweiten stellte ich selbst die nöthigen Beobachtungen an. Man hat nämlich sonst die Kräfte der Muskeln durch die Zahl ihrer Fasern und die letztere bei einbäuchigen Muskeln durch den grössten Querschnitt des Muskels gemessen. Dieses Verfahren habe ich angenommen und demgemäss an einer Leiche mit sehr kräftig entwickelter Musculatur die Messung der grössten Querschnitte sämmtlicher über das Hüftgelenk hinweggehender Muskeln vorgenommen.[2] Herrn Professor Rüdinger, dem ich das Material hiezu verdanke, sei hier der beste Dank gesagt.

Des allgemeineren Interesses halber, welches sich wohl an diese Zahlen knüpfen dürfte, will ich dieselben hieher setzen. Es versteht sich, dass ihre Bedeutung nur eine relative sein kann.

Grösster Querschnitt der über das Hüftgelenk hinwegziehenden Muskeln.

Muskel		
Glutaeus maximus	38·4	□cm
Glutaeus medius	20·0	„
Adductor magnus (vord. *P.*) 5·4; „ „ (hint. *P.*) 13·8	19·2	„
Semimembranosus	10·6	„
Rectus femoris	9·6	„
Adductor longus	9·6	„
Biceps, caput long.	8·8	„
Obturator int. et gemelli	8·8	„
Psoas	7·6	„
Iliacus	7·6	„
Glutaeus minimus	7·6	„
Obturator ext.	7·2	„
Semitendinosus	7·0	„
Quadratus fem.	5·6	„
Adductor brevis	5·0	„
Adductor pectinaeus	3·6	„
Sartorius	3·2	„
Gracilis	3·0	„
Tensor fasciae	2·0	„
	184·4	□cm

[1] *Zeitschrift f. rat. Med.* IX. Bd. 1850. S. 94.

[2] Diese Messung geschah mittels eines gabelförmig ausgeschnittenen Brettchens. In diese Gabel wurden die Muskelbäuche so hineingedrängt, dass deren Fasern genau senkrecht zur Ebene des Brettchens standen. Auf den beiden Zinken der Gabel war eine Theilung in mm angebracht, und wenn man nun den Muskel mittels eines quer über die Zinken gelegten Stabes in den Ausschnitt der Gabel drängte, so genügte die Ablesung zweier Zahlen an den Zinken, um den Querschnitt des Muskels daraus berechnen zu lassen. Natürlich muss diese Messung an mehreren Stellen im Verlaufe des Muskelbauches wiederholt werden, damit man sicher ist, wirklich den grössten Querschnitt getroffen zu haben.

Mit Hülfe dieser und der Fick'schen Daten lassen sich jetzt für alle Muskeln diejenigen Antheile ihrer Züge berechnen, welche in der Richtung des Schenkelhalses wirken d. h. die Fixationskraft für das Hüftgelenk darstellen. Es geschieht dies nach bekannten Principien der Mechanik, indem dabei folgende Formeln zur Anwendung kommen:[1]

$$p(X) = P\cos\alpha$$
$$p(Y) = P\cos\beta$$
$$p(Z) = P\cos\gamma,$$

wobei $p(X)$, $p(Y)$, $p(Z)$ die Componenten in der Richtung der Adductions-, der Rotations- und der Flexionsaxe bedeuten, ferner P die Werthe der grössten Querschnitte der Muskeln, endlich α, β, γ die Winkel, welche die Zugsrichtungen der Muskeln mit der Adductions-, beziehungsweise Rotations- und Flexionsaxe einschliessen. Ferner die Formel:

$$R = P\cos\alpha\cos\sigma + P\cos\beta\cos\rho + P\cos\gamma\cos\tau,$$

wobei R diejenige Resultirende jener obigen Componenten bezeichnet, welche in der Richtung des Schenkelhalses liegt; σ, ρ, τ die Winkel, welche die Richtung des Schenkelhalses mit der Axe der Adduction, beziehungsweise Rotation und Flexion einschliesst.[2]

Die Werthe von R, also diejenigen Antheile der Muskelkräfte, welche in der angenommenen Stellung des Beins, d. h. beim Freiherabhängen desselben, zur Fixation des Hüftgelenks wirksam sind, bezogen auf die Einheit des Querschnitts, will ich ihrer weitergehenden Bedeutung halber wiederum mittheilen.

Glutaeus maximus	R = 38·1
Adductor magnus (vord. P.) / „ „ (hint. P.)	„ = 18·9
Glutaes medius	„ = 18·0
Psoas et Iliacus	„ = 10·9
Adductor longus	„ = 8·3
Obturator int. et gemelli . .	„ = 7·4
Glutaeus minimus	„ = 7·1
Semimembranosus	„ = 7·0
Rectus femoris	„ = 6·6

[1] Da hier von Bewegung ganz abgesehen wird, so brauchten die Abstände der Angriffspunkte der Muskeln vom Drehpunkte des Hüftgelenks, die Hebelarme derselben, in der Berechnung nicht berücksichtigt zu werden.

[2] Die Richtung des Schenkelhalses entnahm ich ebenfalls den Fick'schen Daten, in welchen sich die Coordinaten des Hüftgelenks-Drehpunktes und natürlich auch jene der am Trochanter maior statthabenden Muskelansätze finden. Eine eigene Bestimmung schien mir weniger rathsam, um die Uebereinstimmung mit den Zahlen für die Muskelrichtungen nicht aufzugeben.

Biceps caput long.	R =	6·1
Obturator externus	„ =	5·7
Adductor brevis	„ =	4·9
Semitendinosus	„ =	4·8
Quadratus femoris	„ =	4·7
Adductor pectinaeus	„ =	3·4
Gracilis	„ =	2·6
Sartorius	„ =	2·3
Tensior fasciae	„ =	1·4
Gesammtresultante	R =	158·2

Eine Vergleichung dieser Tabelle mit der vorhergehenden zeigt, dass die Resultanten in der Richtung des Schenkelhalses in keinem Falle ebenso gross sind als die gesammten Kräfte der Muskeln, d. h. dass keiner der Muskeln vollkommen in der Richtung des Schenkelhalses wirkt. Am meisten ist dies noch der Fall im Allgemeinen bei den Glutäalmuskeln und bei den Adductoren, welche ja für die Fixirung des Hüftgelenks offenbar sehr günstig angeordnet sind. Relativ am stärksten zeigt sich die Wirkung des Glutaeus maximus und des Adductor brevis, welche auch in der That mit der Richtung des Schenkelhalses sehr übereinstimmend verlaufen. Ich glaube, es ergiebt sich hieraus eine Aufklärung über den Werth und die Bedeutung der Adductorenmusculatur, welche ich nicht näher auseinanderzusetzen brauche.

Die Gesammtkraft der über das Hüftgelenk hinwegziehenden Muskeln (ausgedrückt durch den Querschnitt) verhält sich also nach diesen Bestimmungen zur Grösse der in der Richtung des Schenkelhalses als Fixationskraft wirksamen Resultante wie 184·4:158·2. Berechnet man daraus mit Hülfe der oben angegebenen Zahl für das minimale Verkürzungsbestreben der Muskeln eine absolute Grösse für einen bestimmten Fall, z. B. für den mit kräftiger Musculatur versehenen Oberschenkel, an welchem ich die Querschnitte der Muskeln gemessen habe, so ergiebt sich hier eine resultirende Kraft in der Richtung des Schenkelhalses von 6328 ^{gm}; d. h. mit solcher Kraft pressen die Muskeln selbst im geringsten Falle noch, selbst in der tiefen Chloroformnarkose den Hüftgelenkskopf in die Pfanne.

Beim freien Herabhängen des Beines nun strebt das Gewicht desselben den Schenkelkopf aus der Pfanne zn ziehen. Die Kraft dieses Zugs berechnet sich aus dem senkrecht wirkenden Gewicht des Beins und dem Winkel, welchen die Richtung des Schenkelhalses mit der Verticalen einschliesst. Nehmen wir den letzteren, da es jetzt nur auf eine ungefähre Bestimmung ankommen soll, näherungsweise zu 60°, so ist, wenn G das Gewicht des Beins, R' den Antheil dieses Gewichts ausdrückt, der als Zug in der Richtung des Schenkelhalses auftritt,

$$R' = G \cos 60^0 \text{ oder}$$
$$R' = \tfrac{1}{2} G.$$

Das Bein würde aber für den Fall vollkommen durch die Musculatur getragen, dass

$$R = R'.$$

Vorausgesetzt, dies sei wahr, dann wäre

$$R = \tfrac{1}{2} G$$

oder G, d. h. das Gewicht des Beins wäre für unseren Fall = 12656 ^{gm}. Wir sind also unter der Voraussetzung, dass ein minimales Verkürzungsbestreben noch im Stande sei, das Bein vollkommen zu tragen, zu einer Zahl gelangt, welche dem wirklichen Gewicht der untern Extremität auch bei bei einem kräftigen Manne entsprechen dürfte. Wenigstens fand Schmid, dass das Gewicht eines Beins 10—13 ^{kgm} betrage.[1] Somit ist, wenn die benutzten Zahlen eine spätere wesentliche Correctur nicht mehr erfahren, nachgewiesen, dass in dem untersuchten Falle, beim Freihängen des Beins die Muskeln jedenfalls zum Zusammenhalten des Hüftgelenks genügend wirken. Denn sie würden dies ja selbst in der tiefen Chloroformnarkose, bei einem nur minimalen Verkürzungsbestreben noch thun.

Damit ist nun unsere Aufgabe allerdings für den wichtigsten Fall erledigt; dagegen bedarf Anderes noch der Untersuchung. Nicht nur unter der Annahme, dass blos das Gewicht der Extremität an dem Gelenke zieht, soll ja eine zur Fixation genügende Muskelthätigkeit erwiesen werden, sondern auch für alle anderen Fälle von höherer Belastung. Es wird nun nicht möglich sein, diesen Nachweis im Besonderen exact zu erbringen. Aber ich glaube, dass wenigstens mit einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit über diese Fälle wird Folgendes gesagt werden können.

Jeder willkürliche Muskel im lebenden Körper reagirt von selbst auf einen Zug, welcher ihn zu dehnen sucht, durch ein vermehrtes Contractionsbestreben, und zwar genau nach Maassgabe des Zuges. Sonst wäre es ja nicht möglich, dass wir z. B. ein Gewicht längere Zeit auf gleicher Höhe zu erhalten vermögen, ohne gerade besondere Aufmerksamkeit auf den Grad der Muskelcontraction zu verwenden. Man darf also annehmen, dass für jedes Gramm, welches man an dem Muskel im lebenden Körper ziehen lässt, die Contraction entsprechend sich verstärke, natürlich bis zu einer gewissen oberen Grenze. Gehen wir nun von dem ersten Falle aus, wo nur das Gewicht der Extremität am Gelenke, d. h. an den Muskeln zieht, und wo das minimale Verkürzungs-

[1] *Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie.* Bd. V. S. 23.

bestreben der Muskeln jedenfalls diesem Zuge genügt, so müsste bei wachsendem Gewichte nach obiger Annahme proportional das Contractionsbestreben der Muskeln wachsen, so dass niemals (abgesehen von den extremen Fällen) ein Zustand käme, wo die Musculatur zum Zusammenhalt des Gelenks nicht mehr genügte.

Wollte man dies nicht zugeben, so müsste man behaupten, dass bei wachsenden Belastungen das Verkürzungsbestreben disproportional zunehmen könne, z. B. Anfangs rascher, dann wieder eine Zeitlang gar nicht u. s. w., was Alles unseren sonstigen Kenntnissen über derartige Vorgänge in der Natur wenig entsprechen würde. Aus diesem Grunde ist mir also die Vorstellung überhaupt sehr unwahrscheinlich, dass bei höheren Belastungen eines Gelenks die Muskelwirksamkeit zur Fixirung nicht mehr zureichen könne, nachdem wir das Gegentheil für die geringeren Belastungen durch das blosse Gewicht der Extremität schon erwiesen haben. Einen wirklichen Beweis für alle jene Fälle zu führen, finde ich mich jedoch nicht in der Lage.

Schluss.

Die im letzten Abschnitt dargelegten Untersuchungen haben theilweise mit vollkommener Sicherheit, theilweise, d. h. für eine Anzahl von Fällen mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit eine Antwort auf die gestellte Frage ergeben. Man könnte nun allerdings vermuthen, dass in diesen letzteren Fällen, bei denen ein zwingender Beweis nicht erbracht werden konnte, doch vielleicht die dritte der früher aufgestellten Möglichkeiten in Betracht zu kommen habe, d. h. dass in ihnen eine ergänzende Zusammenwirkung des Luftdrucks und der Muskelthätigkeit zur Fixation des Gelenkes angenommen werden müsse. Bei näherer Betrachtung der im II. Abschnitt erhaltenen Resultate zeigt sich indess, dass dieselben in bemerkenswerther Weise geeignet sind, im Zusammenhalt mit jenen des III. Abschnittes sich gegenseitig zu vervollständigen. Es ergab ja die Untersuchung des II. Abschnittes, dass jedenfalls nur ein geringer negativer Druck mit den Verhältnissen im Gelenkraum verträglich sein könne, dass folglich der Luftdruck in allen Fällen höchstens zu einem geringen Grade an der Fixirung der Gelenke sich betheiligen könne. Das Resultat des III. Abschnittes aber war, dass nur in Fällen grösserer Zugswirkungen an einem Gelenke die Kraft der Muskeln möglicher Weise

allein nicht hinreichen könne, um den Zusammenhalt zu bewirken. Wenn also nur in Fällen grösserer Belastung des Gelenkes ein geringerer Antheil von Luftdruckwirksamkeit allenfalls für den Zusammenhalt sich geltend machen könnte, so müsste dieser Antheil gegenüber der fixirenden Leistung der Musculatur jedenfalls höchst unbedeutend ausfallen.

Ich glaube, wir können mit diesem Resultate vorerst zufrieden sein. Rücksichtlich des wichtigsten Falles, in welchem der Zusammenhalt des Hüftgelenks überhaupt geleistet werden muss, rücksichtlich der Gehbewegung möchte ich aber noch einige Thatsachen anfügen, welche die Frage umsomehr in meinem Sinne entscheiden.

Die Gebrüder Weber hatten angenommen, dass das Bein beim Vorwärtsschwingen während des Gehens gar nicht durch Muskeln bewegt werde. Ich habe diese Annahme geprüft, indem ich die Härte des M. rectus femoris während der Phasen der Gehbewegung und dann während des Freihängens des Beins einer Messung unterzog.[1] Es zeigte sich, dass dieselbe während jedes ganzen Schrittes zweimal ein Maximum wurde, einmal in dem Moment, wo das Bein senkrecht unter dem Schwerpunkt des Körpers steht, denselben unterstützt, und dann in dem Augenblick, wo dasselbe rückwärts abstossend sich anschickt den Boden zu verlassen. Es ergab sich aber des Weiteren, dass während sämmtlicher Phasen der Gehbewegung, mag der Schritt kurz oder lange dauern, gross oder klein sein, niemals ein Zustand vollkommener Erschlaffung, d. h. geringster Härte der Musculatur in dem Beine beobachtet wird. Dieser Zustand tritt dagegen sofort in dem einen Beine ein, wenn wir uns mit dem andern Beine auf eine Erhöhung stellen und das erstere frei herabhängen lassen. Allerdings findet sich beim Vorwärtsschwingen des Beins ein Minimum der Härte, welches nicht allzuweit von der vollkommenen Erschlaffung entfernt ist; aber immer und so oft ich die Versuche wiederholte, zeigte sich stets doch ein Unterschied, der die Annahme vollkommenen Fehlens der willkürlichen Muskelthätigkeit während irgend einer Phase beim Schwingen des Beins und somit eines reinen Pendelns als unzulässig erscheinen lässt.

---

[1] Zwei Glastrichter wurden an ihrer weiten Oeffnung mit dünnen Gummiplatten verschlossen, die engen Oeffnungen beider durch einen langen Kautschukschlauch verbunden. Bläst man Luft in dieses System, so wölben sich die beiden Gummiplatten hervor, und jeder Druck auf die eine derselben überträgt sich sofort auf die zweite und kann dort durch einen Zeigerapparat deutlich gemacht werden. Der erste Trichter wurde in einer Art von Brücke befestigt, welche stets den gleichen Abstand der Gummiplatte von dem zu prüfenden Objecte versichert, und vermittels dieser Brücke dann an den Oberschenkel gebunden. Der zweite Trichter mit dem Zeigerapparat diente zum Beobachten und wurde in der Hand gehalten.

Da nun in gegenwärtiger Arbeit nachgewiesen wurde, dass selbst beim Mangel jeder willkürlichen Contraction die Muskeln das Bein zu tragen im Stande sind, so muss dies für den Act der Gehbewegung resp. für die Phase des Schwingens umsomehr angenommen werden. Jegliche Wirksamkeit des Luftdruckes dagegen für den Zusammenhalt des Hüftgelenks ist in diesen Fällen vollkommen ausgeschlossen, in allen übrigen normalen in hohem Grade unwahrscheinlich gemacht; sämmtliche auf die Annahme desselben gebauten Consequenzen fallen somit von selbst hinweg.

Ueber den Hautmuskel des Halses und seine Beziehung zu den unteren Gesichtsmuskeln.

Von

Dr. August Froriep,
Assistent am anatomischen Institut in Leipzig.

(Mit 1 Holzschnitt.)

Für das morphologische Verständniss der menschlichen Gesichtsmuskulatur ist bisher noch wenig geschehen. In der vergleichend anatomischen Literatur begnügt man sich entweder mit der allgemeinen Angabe, dass die Gesichtsmuskeln zum System der Hautmuskeln gehören, oder man sucht die Gesichtsmuskeln der übrigen Säugethiere auf die des Menschen zurückzuführen, anstatt umgekehrt diese aus jenen abzuleiten und dadurch die complicirten Bildungen, welche erst beim Menschen zugleich mit der Bedeutung des Gesichts als mimischen Organes auftreten, auf einfachere Grundzüge zurückzuführen. Da ich nun durch die Untersuchung mehrerer Varietäten des M. subcutaneus colli, welche ich auf dem hiesigen Präparirsaal zu beobachten Gelegenheit hatte, und durch die Hinzuziehung vergleichend anatomischer Befunde einige neue Beziehungen der unteren Gesichtsmuskeln, speciell des M. triangularis menti und M. risorius, zum Hautmuskel des Halses aufgefunden habe, so glaube ich durch die Mittheilung derselben einen kleinen Beitrag zur Morphologie dieser Muskelgruppe liefern zu können. Ich werde zuerst die neuen Varietäten beschreiben und aus der Literatur die hergehörigen Beschreibungen daneben stellen, dann die Bedeutung der Abweichungen erörtern und ihren Werth durch genaue Zergliederung normaler Fälle prüfen, und schliesslich einen Blick auf die vergleichende Anatomie werfen.

Varietäten eigner Beobachtung.

Nro. I. Kräftig gebauter männlicher Körper, etwa 50 Jahr alt, Herkunft unbekannt.

Rechte Seite: Subcutaneus colli einfach, überschreitet die Mittellinie in der Kehlkopfgegend, setzt sich fort in den Triangularis menti der linken Seite. Triangularis und Risorius wie gewöhnlich.

M. transversus menti fehlt.

Linke Seite: Subcutaneus colli zweischichtig, Triangularis aus der Fortsetzung des rechtsseitigen Subcutaneus kommend. Kein Risorius vorhanden.

(Vergl. den nebenstehenden Holzschnitt; th Schildknorpel, st Incisura semilunaris sterni, j V. jugularis ext.).



Der Subcutaneus der rechten Seite zeigte sich einfach und der Norm entsprechend, mit Ausnahme der seinem medialen Rande zunächst liegenden Portion, welche sich dadurch auszeichnete, dass ihre obere Endigung weit über das dem Subcutaneus in der Regel zukommende Gebiet hinausgriff. Wurde diese Portion durch Aufsuchung der Linie, in welcher der mediale Rand eines gewöhnlichen Subcutaneus der rechten Seite etwa gelegen hätte, von dem Muskel abgesondert,

so zeigte sie auf dem Schlüsselbein eine Breite von $3^1/_2$ cm. Nach oben ziehend theilte sie sich in zwei Züge, einen medialen, welcher ($1^1/_2$ cm breit) sich mehr medianwärts neigte, sich ausbreitete und in der Haut der Schilddrüsengegend bis 2 cm jenseits der Mittellinie endigte, und einen lateralen, welcher mit geringerer Neigung gegen den Unterkiefer aufstieg. Der letztere überschritt mit seinem Rande die Mittellinie in der Höhe der Incisura thyreoidea, drei Bündel bogen nach einander vom Rande ab und endigten in der Haut über dem Subcutaneus der anderen Seite (1, $1^1/_2$, 3 cm jenseits der Mittellinie), der Rest gewann durch flachere Ausbreitung eine Breite von 3 cm, nahm bei seinem Umbiegen um den Kieferrand genau die Lage eines normalen Triangularis menti der linken Seite ein und stellte in seinem weiteren Verlauf diesen Muskel vor. Die an diese Triangularisportion lateralwärts zunächst sich anschliessenden Subcutaneusbündel gingen in den Levator menti der linken, die weiterhin folgenden in den Quadratus menti der rechten Seite über.

Der Subcutaneus der linken Seite, dessen oberer medialer Winkel durch die Triangularisportion des rechtsseitigen Subcutaneus verdeckt wurde, zeigte sich in eine oberflächliche und eine tiefe Lage geschichtet. Die oberflächliche, im Ganzen transversal verlaufende Schicht, welche die tiefe nicht vollständig deckte sondern sowohl an ihrem unteren wie an ihrem oberen Rande zu Tage treten liess, nahm ihren Ursprung im Unterhautfettgewebe in einer verticalen Linie, welche 3 cm unterhalb des Ansatzes des Ohrläppchens begann und in der Fossa supraclavicularis endigte. Nur wenige Fasern traten am unteren, resp. medialen Rande hinzu, welche auf der Höhe der Clavicula ihren Anfang hatten. Die Bündel zogen in nach unten convexen Bögen median- und aufwärts, bei ihrem Ursprung lagen sie unregelmässig vereinzelt und bildeten erst durch Convergenz nach der Unterkinngegend zu eine geschlossene Muskelplatte, welche da, wo ihr oberer Rand den Unterkieferrand erreichte (2 cm vor dem Unterkieferwinkel), eine Breite von 6 cm hatte. Der untere und durch die nach oben drängende Convergenz der Bündel zum medialen gewordene Rand überschritt die Mittellinie 2 cm unterhalb des Unterkieferrandes, und die dem Rand zunächst gelegenen Bündel des Muskels glichen durchaus einem gewöhnlichen Subcutaneus der linken Seite, griffen mit ihrem Ansatz am Unterkiefer nur um weniges weiter nach rechts hinüber, als dies die Regel ist. Ein Uebergang von Fasern durch den darüberliegenden Subcutaneus der rechten Seite hindurch in den Triangularis der rechten Seite liess sich nicht nachweisen.

Zwischen den Bündeln dieser oberflächlichen Schicht schien theils das oberflächliche stellenweise noch von Fettgewebe gedeckte Blatt der Halsfascie, theils die tiefe longitudinale Schicht des Hautmuskels durch, und nachdem nun die oberflächliche aufgehoben war, zeigte sich diese tiefe Lage aus zwei Fasersystemen bestehend, welche nicht in einander übergingen, ein unteres und ein oberes. Das untere begann $2^1/_2$ cm rechts von der Mittellinie aus dem Unterhautfettgewebe über der Sternalverbindung des zweiten Rippenknorpels der rechten Seite, über dem Brustbein und dem dritten Rippenknorpel der linken Seite in einer Gesammtbreite von $5^1/_2$ cm. Nachdem es, die Mittellinie theilweise überschreitend, über das Sternoclaviculargelenk und das mediale Dritttheil der Clavicula nach oben und aussen gezogen, theilte es sich in zwei Bahnen; die mediale derselben stieg 1 cm breit in der Richtung des M. sterno-cleido-mastoideus empor, die Vena jugularis externa, die hier herab verlief, deckend, und endigte in der oberflächlichen Halsfascie. Die laterale Portion bog auf dem Schlüsselbein nach aussen um, schlug sich schräg um diesen Knochen und verschwand in der Haut der Fossa supraclavicularis, unterhalb

der Ursprünge der oberflächlichen Schicht. Das obere System, welches sich durch die entsprechende Lage und den ausgesprochen longitudinalen Verlauf seiner Fasern speciell als tiefe Schicht jener oberflächlichen transversalen entgegensetzte, bestand aus Muskelzügen, welche zum Theil in der Fossa supraclavicularis, zum Theil höher oben auf dem Wulst des Sternocleidomastoideus aus dem Bindegewebe zwischen äusserem Hautmuskel und oberflächlicher Halsfascie hervorgingen und in ihrem Verlauf nach oben dadurch sich unterschieden, dass die lateralen Züge senkrecht aufstiegen und in der Haut des Wangenhöckers endigten, die mehr medialen sich der Mittellinie zu neigten. Die letzteren bogen in der Unterkiefergegend in nach oben convexen Bögen um, verschwanden zunächst am äusseren Rande des Triangularis, endigten, durch diesen Muskel ununterbrochen hindurchtretend, in der Haut der Unterlippe und stellten den Quadratus menti derselben Seite in seiner ganzen Ausdehnung dar.

Der durch die Fortsetzung des rechtsseitigen Subcutaneus gebildete Triangularis der linken Seite zog über die Muskelverflechtung am Mundwinkel hinweg als oberflächlichste Schicht in den Orbicularis oris der Oberlippe. Er liess sich durch vorsichtige Präparation von einer unter ihm liegenden Schicht aufheben, welche in einer 2 cm langen Linie vom Unterkieferrande entsprang und somit das Verhalten eines gewöhnlichen Triangularis menti zeigte. Dieser Triangularis zweiter Schicht theilte sich in zwei Züge, einen lateralen, welcher sich an den unteren Rand des Zygomaticus anlegte und in der Bahn dieses Muskels zum Jochbein weiter zog; einen medialen, welcher unter dem in die Unterlippe ausmündenden Zygomaticus durchtretend als zweite Schicht in den Orbicularis oris der Oberlippe überging. Trennte man diese zweite Schicht des Triangularis von ihrem Ursprung am Unterkiefer ab und schlug sie nach oben, so sah man zunächst den tiefen Subcutaneus in einer Breite von $3^1/_2$ cm continuirlich in den Quadratus menti übergehen; ferner aber trat am lateralen resp. oberen Rand dieses Quadratuszuges eine dritte Schicht des Triangularis hervor ($1^1/_2$ cm breit), welche in ihrer ganzen Masse als dritte Schicht in den Orbicularis der Oberlippe weiterzog. Unter ihr verschwanden die mehr lateralen Bündel des tiefen Subcutaneus, um an ihrem medialen Rande als oberer bis zum Mundwinkel hinaufreichender Theil des Quadratus menti wieder hervorzutreten. Sie selbst entsprang vom Unterkiefer in einer $2^1/_2$ cm langen Linie, welche etwas oberhalb der Ursprungslinie der zweiten Schicht dieser parallel lag. Zwischen dritter und zweiter Schicht des Triangularis trat der M. caninus (Triangularis superior, Henke) von oben her durch, gab an die zweite Schicht ein schwaches Muskelbündel und endigte in dem Orbicularis der Unterlippe, hier dem Lippenrande näher gelegen als das oben erwähnte vom Zygomaticus stammende Bündel.

Der Triangularis der rechten Seite zeigte, wie schon erwähnt, keine oberflächliche aus dem Subcutaneus direct verfolgbare Schicht, doch fanden sich auch hier die beiden tieferen Schichten getrennt durch den aus dem Subcutaneus heraufziehenden Quadratus menti. Am Mundwinkel kreuzten sie sich mit dem M. caninus in der Weise, dass der letztere zwischen ihnen zu liegen kam.[1] Der Risorius der rechten Seite war an der gewöhnlichen Stelle in auffallender Breite entwickelt.

[1] Es ist hier auf die Uebereinstimmung des Falles mit dem von Henke beschriebenen Präparat aufmerksam zu machen. Auch in Fällen von minder grober Kreuzung habe ich das Henke'sche Schema bestätigt gefunden.

Nro. II. Kräftig gebauter 30jähriger Mann.

Zusammenhang des Subcutaneus der rechten mit dem Triangularis der linken Seite und Zweischichtigkeit des linksseitigen Subcutaneus, ähnlich dem Verhalten bei Nro. I., nur in geringer Ausbildung.

Der Subcutaneus der rechten Seite überschreitet mit seinem medialen Rande die Mittellinie zwischen Incisura thyreoidea und Zungenbein, 4 cm unterhalb des Unterkieferrandes. Die nach links übergreifende Portion erreicht, in zwei Züge von 1 und $1^1/_2$ cm Breite getheilt, den Unterkieferrand im Bereich des Triangularis der linken Seite und geht direct in die oberflächlichste Lage dieses Muskels über. Lateralwärts davon schlagen sich die oberflächlichsten Bündel des Triangularis über den Unterkieferrand herab und strahlen in der Richtung nach dem Kehlkopf zu aus.

Kein Transversus menti vorhanden.

Auf dem linken Subcutaneus findet sich in der Unterkiefergegend eine aus zwei breiten Bändern bestehende oberflächliche Schicht, welche sich in ihrer Lage und in dem bogenförmig nach unten convexem Verlauf vollständig anschliesst an einen sehr stark entwickelten, dem oberen Ende des Subcutaneus aufliegenden Risorius. Beide Systeme endigen unter dem Triangularis.

Nro. III. Kräftig gebauter Mann, ungef. 50 Jahre alt.

Die Subcutanei im Allgemeinen normal, nur tiefe und zwar beiderseitige Kreuzung. Keine Zweischichtung.

Der Subcutaneus der rechten Seite überschreitet die Mittellinie 3 cm unterhalb des Kinnes; die dem medialen Rand zunächst gelegenen Bündel lösen sich (1 cm breit) von dem Muskel ab und ziehen, sich an einen vorhandenen, sehr schwach entwickelten Transversus menti anlegend, über den Unterkieferrand in den Triangularis der linken Seite weiter.

Der Subcutaneus der linken Seite überschreitet mit seiner medialsten Portion $2^1/_2$ cm unterhalb des Unterkieferrandes die Mittellinie, liegt unter dem vorher beschriebenen von rechts kommenden Bündel, dagegen über dem zunächst folgenden Theil des Subcutaneus der rechten Seite, so dass hier eine beinahe symmetrische Durchflechtung der Subcutanei der beiden Seiten vorlag. Die von der linken Seite stammenden Bündel liessen sich, nachdem der schwache Transversus menti vorsichtig aufgehoben war, über den Kieferrand hinweg direct in entsprechende des Triangularis der rechten Seite verfolgen.

Ausser den beschriebenen habe ich noch eine Reihe anderer, den Subcutaneus colli betreffender Varietäten beobachtet, welche ich indess, als zu dem uns zunächst interessirenden Verhältniss in keiner directen Beziehung stehend, vorläufig unberücksichtigt lasse,[1] um die beiden

[1] Ebenso begnüge ich mich betreffs des unteren, die Sternoclaviculargegend einnehmenden Systems der tiefen Schicht in Nro. I. mit der gegebenen Beschreibung und will nur beiläufig auf den vielleicht zu vergleichenden M. sterno-fascialis W. Gruber's hinweisen (*Bull. de St. Pétersb.* Tome XVII. 1872. p. 497).

Hauptpunkte nicht aus den Augen zu verlieren. Die vorliegenden drei Fälle haben nämlich zweierlei gemeinsam: einmal die allen 3 Fällen zukommende tiefe Kreuzung der Subcutanei und den Uebergang derselben in die Triangulares der entgegengesetzten Seiten, dann die Zweischichtung des Subcutaneus, welche in 2 Fällen vorhanden war. Suchen wir zunächst in der Literatur niedergelegte, ähnliche Beobachtungen auf.

Früher beobachtete Varietäten.

Hier fällt die Ernte für unseren Zweck sehr spärlich aus. Denn wenn auch Humphry's Bemerkung,[1] dass das Platysma wenig Varietäten zeige, gegenüber dem Varietätenkatalog Macalister's,[2] in welchem für diesen Muskel nicht weniger als 40 Nummern aufgeführt werden konnten, nicht ganz berechtigt erscheint, so geschieht doch gerade der tiefen Kreuzung und der Zweischichtung selten, des Ueberganges in den Triangularis der entgegengesetzten Seite aber nirgends Erwähnung. Nur vier Nummern haben wir daher zu verzeichnen, von welchen die erste jedoch keine einzelstehende Varietät, sondern ein häufig beobachtetes Verhältniss begreift.

1. Nach Santorini[3] kreuzen sich Faserbündel der Subcutanei oft oberhalb des Schildknorpels und die Fasern streben weiterziehend zum Kiefer. Zu dessen vorderem Theil selbst, dem Kinn, gelangen jedoch nicht sowohl diese abgewichenen gekreuzten Bündel, sondern die Ränder des Muskels selbst treffen so zusammen, dass von einem jeden derselben Fasern auf die entgegengesetzte Seite gelangen. Aus dieser letzteren Kreuzung entstehen die von Cowper beschriebenen Elevatores labri inferioris (M. levator menti).

2. Henle erwähnt in der 2. Aufl. seines Handbuchs[4] einen von ihm selbst beobachteten Fall mit folgenden Worten: „Die Kreuzung der Fasern beider Mm. subcutanei beginnt schon in der Gegend des Zungenbeins, die Kreuzungsfasern setzen sich an den Rand des Unterkiefers der gegenüberliegenden Seite.“

3. An derselben Stelle werden quere Muskelbündel erwähnt, welche den M. subcutaneus bedecken. Ein solches sah Henle mit einigen schmalen, platten Sehnenstreifen vor dem Ohr aus der Fascia parotidea

---

[1] *Lectures on Var. in the muscles of man.* Lancet 1873. I. Nro. 24. p. 835.

[2] *Add. Observations on Muscular Anomalies etc.* Transactions of the Royal Irish Academy. 1872. Vol. XXV. Part I. p. 15.

[3] *Observationes anatomicae.* 1724. Cap. I. § XXXIII. p. 32.

[4] *Muskellehre,* p. 113.

entspringen, dem Rande des Unterkiefers parallel vorwärts gehen und am Kinn mit der medialen oberen Ecke des M. subcutaneus zusammenstossen.

4. Wood[1] beschreibt einen Muskel, der vom Warzenfortsatz und von der Fascia parotidea ausging, quer über den M. subcutaneus verlief und sich unter dem Kinn mit dem gleichen Muskel der anderen Seite vereinigte.

Andere Fälle gehören nur scheinbar hierher, wie die von Macalister unter „Depressor ang. oris Nro. 1“ und „Platysma Nro. 10 und Nro. 20“ angeführten oder der von Cruveilhier[2] erwähnte, da es sich bei ihnen um Verbindungen des Subcutaneus mit dem Triangularis derselben Seite handelt. Mit Ausnahme des ersten Falles von Macalister (Depr. ang. or. Nro. 1 und Platysma Nro. 10), welcher als Fortsetzung der beiden Muskeln in einander dargestellt wird, bedeuten diese Varietäten übrigens nur ein Anlegen von Subcutaneus-Fasern an den lateralen Rand des Triangularis, und Cruveilhier hebt dabei ausdrücklich hervor, dass, abgesehen von dieser Varietät der Triangularis, keine Fasern aus dem Subcutaneus erhält. Dies ist wichtig, denn in der That würden sich die beiden Erscheinungen, dass der Triangularis bald aus dem Subcutaneus der entgegengesetzten, bald aus dem derselben Seite hervorginge, schwer mit einander vereinigen lassen.

Bedeutung der beschriebenen Abweichung.

Bereits seit langer Zeit[3] hat man den Quadratus menti als die Fortsetzung des Subcutaneus colli derselben Seite aufgefasst und in dieser Auffassung sich nicht gestört gefunden durch die Bemerkung, dass der Muskel seinen Ursprung zum Theil, bisweilen sogar ausschliesslich von dem Rande des Unterkiefers nimmt. Der Muskelzug, welcher von der Claviculargegend herauf der Unterlippe zustrebt, kann dieses Ziel direct und ohne Unterbrechung seiner Fasern erreichen, oder er kann auf der Knochenkante, über welche ihn sein Weg führt, Station machen und dadurch in zwei Muskelkörper zerfallen.

Ein entsprechendes Verhältniss stellt sich durch die vorliegenden

---

[1] *Proc. of th. R. Soc. of London.* Vol. XV. 1867. p. 522.

[2] *Traité d'anat. descript.* 5me éd. 1871. I. p. 575.

[3] Santorini, *Observ. anatom.* 1724. p. 30.
Albinus, *Historia musculorum.* 1734. p. 150. 193.
Weber-Hildebrandt, *Handbuch d. Anat.* 1830. Bd. II. p. 345.
Henle, *Muskellehre.* 2. Aufl. 1871. p. 112. 159.

Varietäten auch für den Triangularis menti heraus, nur mit dem Unterschied, dass der Subcutaneuszug, dessen oberes Ende er vorstellt, von der entgegengesetzten Seite stammt.

Wenn in den beiden Angaben von Santorini und von Henle des Triangularis keine Erwähnung geschieht, wenn dort die gekreuzten Fasern den Unterkiefer nicht einmal erreichen, bei Henle aber ausdrücklich ihr Ansatz an diesen Knochen hervorgehoben wird, so sind diese Beobachtungen gleichwohl werthvoll für uns. Denn: ist die Kreuzung eine so tiefe, die Ueberschreitung der Mittellinie eine so ausgedehnte, so muss das Gebiet, welches die Kreuzungsfasern bestreichen, und ihre Ansatzlinie am Unterkiefer mehr oder weniger vollständig die Breite des Triangularis-Ursprungs einnehmen. Setzt sich der gekreuzte Subcutaneus aber am Unterkiefer fest, um genau in der Linie seiner Insertion den Triangularis entspringen zu lassen, so ist mit dieser Anordnung eine Uebergangsform gegeben zwischen den neuen Varietäten, bei welchen die oberflächlichen Fasern keine Unterbrechung erleiden, und der sogen. normalen Gestaltung, bei welcher die Verbindung zwischen Subcutaneus und Triangularis ganz weggefallen und nur der obere, nun ausschliesslich vom Knochen seinen Ursprung nehmende Theil übrig geblieben ist.

Für die Entstehung des Levator menti sind gekreuzte Subcutaneusfasern schon von Santorini (siehe oben) und neuerdings wieder von Henle[1] in Anspruch genommen worden, und da auch in unserer Varietät Nro. I. der Uebergang der an die Triangularisportion zunächst sich anschliessenden Bündel in jenen Muskel beobachtet werden konnte, so stellen sich für unsere Auffassung die drei Muskeln des Kinnes in eine Reihe. Quadratus, Levator und Triangularis sind Theile des auf das Gesicht übergetretenen Hautmuskels des Halses, und es bildet der Quadratus der einen mit dem Levator und Triangularis der anderen Seite zusammen eine Muskelplatte, welche nur infolge der Kreuzung mit der entsprechenden von der entgegengesetzten Seite kommenden Platte, in distincte Muskeln gesondert erscheint. Der Levator entfernt sich hauptsächlich dadurch sehr auffallend von seinem ursprünglichen Zustand, dass er sich erst mit den Enden seiner Fasern an dem Unterkiefer befestigt und nun seine Zugrichtung umkehrt; er wird „Aufheber", während die Züge zu seinen beiden Seiten „Herabzieher" bleiben.

Um mein Urtheil nicht ausschliesslich auf anomale Befunde zu stützen, habe ich an zwei Cadavern, bei welchen die Subcutanei eine

[1] A. a. O. p. 112. 167.

vollkommen der Norm entsprechende Gestaltung und Lage zeigten, die genaue Zergliederung der Kinn-Muskulatur vorgenommen. In beiden Fällen war die erst dicht unter dem Kinn beginnende Subcutaneuskreuzung von einem stark entwickelten M. transversus menti verdeckt, wurde dieser aber eingeschnitten und der sorgfältigen Präparation der Kreuzungsfasern geopfert, so zeigte sich bei beiden Cadavern der Subcutaneus der rechten Seite als der in der Kreuzung oberflächlich gelegene und seine Fasern liessen sich in einer Breite von etwa 1 ^{cm} direct in die Fasern des medialen Randes des linksseitigen Triangularis verfolgen. Einige, welche steiler aufstiegen, legten sich an den Levator menti an, die nächstfolgenden überschritten die Mittellinie nicht, sondern traten in den medialen Rand des Quadratus ihrer Seite.

Bemerkenswerth ist dabei, dass sich in diesen beiden Fällen, wo die Subcutaneuskreuzung auf einen so geringen Umfang beschränkt war, ein so stark entwickelter Transversus menti vorfand, während, wie wir uns erinnern, bei den Fällen von tiefer Kreuzung dieser Muskelzug nicht oder nur spärlich vorhanden war. Liesse sich diese Wechselbeziehung, wie es bei der überwiegenden Häufigkeit des Transversus [1] wahrscheinlich ist, allgemein bestätigen, so würde sie einerseits die Entstehung des Transversus unserem Verständniss näher rücken, andererseits mit unserer Auffassung des Subcutaneus sich wohl vereinigen lassen. Man müsste sich dann den Muskel entstanden denken durch die Verschmelzung der gekreuzten Subcutaneusbündel in der Mittellinie. Die Züge, aus denen die verschmolzenen Bündel stammen, sind geschwunden, und der Muskelzug, der übrig blieb, erscheint als eine Verbindungsschleife der beiden Triangulares. Schon von E. H. Weber ist eine Vermuthung über die Entstehung des Transversus menti aus Subcutaneusfasern ausgesprochen worden, [2] welche jedoch das Verhältniss dieser Fasern zum Triangularis unerörtert lässt.

Neben der tiefen Kreuzung war uns nun bei zweien unserer Varietäten die Zweischichtung des Subcutaneus aufgefallen und das Vorkommen derselben hatten wir durch zwei ältere Beobachtungen bestätigt gefunden. Suchen wir hier die Spuren der Varietät im normalen Ver-

[1] Henle, a. a. O. p. 155. Hier wird das Vorhandensein des Muskels als die Norm geschildert. Dass in den Fällen, wo er vermisst wurde, nicht immer eine tiefe Kreuzung beobachtet worden ist, hat seine Ursache vielleicht zum Theil in der Zartheit der kreuzenden Bündel; bei dem gewöhnlichen Beginn der Präparation durch einen Medianschnitt können sie leicht von vornherein vernichtet werden.

[2] Weber-Hildebrandt, *Handb. d. Anatomie.* 1830. Bd. II. p. 355.

halten wieder auf, so brauchen wir nicht lange zu präpariren; der M. risorius stellt sich uns als oberflächliche Subcutaneusschicht dar.

Sowohl von Santorini,[1] als auch von Theile[2] und von Henle[3] ist hervorgehoben worden, dass dieser Muskel nicht die Fortsetzung der auf die Wange getretenen Subcutaneusbündel bilde, sondern dass er auf diesen aufliegend ihre Verlaufsrichtung kreuze.[4] Auf's deutlichste ist also hier der Risorius als oberflächliche, transversale Schicht erkannt. Erinnern wir uns nun, dass bei der ersten unserer Varietäten neben Mangel eines gewöhnlichen Risorius eine die ganze obere Halsgegend einnehmende transversale Schicht bestand, und dass bei der zweiten neben einem an normaler Stelle befindlichen stark entwickelten Risorius sich abwärts von demselben Faserbündel fanden, welche durch ihre Verlaufsrichtung und namentlich durch die nach unten gerichtete Convexität der von ihnen beschriebenen Bögen zu jenem Risorius in Parallele traten, so wird sich unsere morphologische Auffassung dieses Muskels modificiren müssen. Wir werden, namentlich auch in Hinblick auf die dem Triangularis nun angewiesene Stellung, den Risorius nicht mehr für einen queren Kopf des Triangularis halten können, wie es Henle thut, sondern er wird sich uns als der allein zur Entwicklung gelangte Theil der transversalen Hautmuskelschicht darstellen. Der Vorstellung von der idealen Existenz dieser Schicht bedient sich Henle selbst bereits bei der Aufstellung seines Schemas für die Gesichtsmuskulatur;[5] er theilt dieselbe bekanntlich in 3 Schichten, eine verticale, welche auf der Schädeldecke und am Halse allein vorhanden sei, und zwei transversale, welche im Gesicht jene verticale zwischen sich fassen. Für uns kommt zunächst nur die verticale und die oberflächlich transversale in Betracht; die erstere, welche durch Kreuzung in der Mittellinie die drei Hauptmuskeln an Kinn und Unterlippe bildet, und die letztere, welche sich als Varietät in grösserem Umfange entwickeln kann, in der Regel jedoch nur durch eine schmale und zarte Muskellage repräsentirt wird.

Haben wir somit in unseren Varietäten Uebergangsformen von einer ursprünglichen, mehr schematischen Anordnung zu den durch Selb-

---

[1] A. a. O. p. 32.

[2] Sömmerring, *Vom Bau des menschl. Körpers.* III. 1. 1841. p. 56.

[3] A. a. O. p. 112. 153.

[4] Dass sich trotzdem bis in die neuesten Lehrbücher eine falsche Darstellung des Muskels forterhalten hat, lässt sich wohl nur aus dem Bestreben erklären, auch in den häufigen Fällen, wo der Muskel fehlt, ihn doch demonstriren zu wollen.

[5] A. a. O. p. 141.

ständigwerden der einzelnen Bestandtheile complicirten normalen Formen sehen müssen, so wird sich uns die Frage nach dem Verhalten der in Rede stehenden Bildung in der Thierreihe aufdrängen. Es mögen daher einige Angaben hierüber hier beigefügt sein.

Vergleichende Anatomie.

Die Hautmuskulatur,[1] wie sie sich bei den Wirbelthieren findet, kommt erst den höheren Classen dieses Typus zu. Nach geringfügigen Anfängen bei den Amphibien, sind bei den Vögeln bereits grössere Muskelplatten vorhanden, erst bei den Säugethieren aber gelangen jene zusammenhängenden Muskellagen zur Entwicklung, welche Rumpf und Kopf manchmal so vollständig überziehen, dass sie die Bezeichnung der Fleischhaut erhalten haben. Ihre Abstammung von der Skeletmuskulatur scheinen sie dadurch zu bekunden, dass sie gelegentlich von Knochentheilen entspringen oder sich an solche ansetzen. Beim Schnabelthier[2] z. B. inserirt der sehr mächtig entwickelte Hautmuskel am Humerus, beim Delphin[3] wird er sogar der Hauptbewegungsmuskel der Flosse, während Trapezius und Latissimus dorsi verkümmern, und so lassen sich weiterhin durch die ganze Thierreihe Beispiele von Knocheninsertionen beibringen, unter welchen die Humerusinsertion die am häufigsten wiederkehrende ist. Die eigenthümliche selbständige Entwicklung, die das Hautmuskelsystem bei denjenigen Thieren erreicht, welche sich mit seiner Hülfe zusammenzurollen im Stande sind,[4] kann uns hier nicht interessiren, wir müssen das System da aufsuchen, wo es gegenüber der Skeletmuskulatur wieder mehr zurücktritt und der Modification näher kommt, in welcher wir es beim Menschen finden. Speciell für unseren Zweck handelt es sich ja überhaupt nur um die Verhältnisse am Hals und unteren Theil des Gesichts, und es wird dafür genügen, einige wenige Thierformen heranzuziehen und diese genauer zu betrachten.

Ich wähle diejenigen, welche sich mir selbst zur Untersuchung boten, und kann zunächst für Katze und Hund die Darstellung bestätigen und in Einzelnheiten ergänzen, die Gurlt gegeben hat.[5]

Bei beiden Thieren findet sich am Halse ein zweigeschichteter Haut-

---

[1] C. Gegenbaur, *Grundzüge d. Vergl. Anat.* 2. Aufl. 1870. p. 706.
[2] J. F. Meckel, *Ornithorynchi paradoxi descriptio anatomica.* 1826. p. 22.
[3] Huxley, *Anatomie der Wirbelthiere.* Deutsch v. Ratzel. 1873. p. 343.
[4] Cuvier, *Leçons d'Anat. comparée.* 2. éd. T. III. 1845. p. 601 ff.
[5] C. F. Gurlt, *Anatom. Abbildungen d. Haussäugethiere.* 1829. Taf. 21. p. 125. Cuvier, l. c. p. 597.

muskel, welcher mit dem grossen Rücken- und Bauch-Hauchmuskel nicht in Zusammenhang steht. Die tiefe longitudinale Schicht, welche Gurlt M. subcutaneus colli internus nennt und dem Platysma myoides gleichsetzt, beginnt in der Nacken- und Schultergegend, zieht unter dem Ohr nach oben und vorn[1] und endigt an der Mundspalte, mit dem kleineren Theil ihrer Bündel in die Oberlippe eintretend, mit dem beträchtlich grösseren die Unterlippe bildend. Auf ihm liegt die oberflächliche transversale oder circuläre Schicht auf, welche Gurlt M. subcut. colli externus nennt. Dieser besteht aus zarteren Faserbündeln als der erste; dieselben beginnen aus dem subcutanen Gewebe nahe dem Nackenbande, verlaufen quer über den darunterliegenden Muskel nach vorn, endigen zum Theil in der Haut derselben Seite, zum Theil gehen sie in der Mittellinie in entsprechende Fasern der anderen Seite über, zum Theil endlich überschreiten sie die Mittellinie und endigen in der Haut der entgegengesetzten Seite. Diese oberflächliche Schicht beginnt etwas oberhalb des Schultergürtels, bei der Katze reicht sie bis an den Unterkieferwinkel herauf, beim Hund nicht ganz so weit.

Auch bei den Affen (Catarrhini) findet sich eine Zweischichtung des Subcutaneus colli, welche jedoch mit der eben beschriebenen nicht gleichwerthig ist, sondern durch eine Tiefenschichtung des longitudinalen Systems entstanden zu sein scheint. Dies letztere ist nämlich hier sehr stark entwickelt, rückt hinten mit seinen Ursprüngen längs der Halswirbelsäule herauf bis zum Hinterhaupt und lässt sich in diesem oberen Theile, dessen Fasern sich von der longitudinalen Verlaufsrichtung immer mehr entfernen, in zwei Schichten abheben, deren tiefere zwar mit ihrem Ursprung etwas höher hinaufreicht und vom Hinterhaupt selbst ein Bündel erhält, sich ausserdem aber von der oberflächlichen Schicht weder im Verlauf noch in den Endigungen sondern lässt.[2]

Ein eigentlicher transversal verlaufender M. subcutaneus externus, wie wir ihn bei Katze und Hund gesehen haben, findet sich beim Affen nicht, auch fehlt ihm ein M. risorius. Dagegen treffen wir hier ein sehr merkwürdiges Verhalten des Subcutaneus in der Mittellinie, welches für unseren Zweck von Wichtigkeit ist.

---

[1] Ich brauche hier und im Folgenden die Bezeichnungen oben und unten, vorn und hinten etc. in dem Sinne, welcher dieselben in der Sprache der menschlichen Anatomie haben, denke mir also das Thier in die Stellung des menschlichen Körpers gebracht.

[2] Auf diese Nackenportion des Subcutaneus dürften vielleicht alle jene Varietäten des Muskels zurückzubeziehen sein, bei welchen accessorische Bündel aus der Nackengegend entspringen. Die verschiedenen Modificationen dieser Abweichung finden sich bei Henle (a. a. O. p. 113) zusammengestellt.

Es standen mir zur Untersuchung zwei Objecte, ein Cynocephalus und ein Cercopithecus zur Verfügung, und obwohl die Verhältnisse, namentlich auch die uns interessirende Beziehung, von E. Burdach[1] bereits richtig geschildert sind, so will ich doch die Beschreibung meiner eignen Präparate geben.

Bei dem Pavian, welcher vom Seitel zu den Sitzhöckern 50 cm misst, entspringt der M. subcutaneus colli aus dem Unterhautbindegewebe in einer Linie, welche auf der Brust in der Höhe der 5. Rippe beginnt, über M. deltoideus und Spina scapulae nach hinten verläuft und von den oberen Brustwirbeln längs der ganzen Halswirbelsäule aufsteigt. Der Muskel ist also nach jeder Richtung ausgedehnter als beim Menschen. Die medialen Ränder der beiden Subcutanei treffen bereits 3 cm oberhalb der Incis. semilun. des Brustbeins in der Mittellinie auf einander, und da bei nach oben zurückgelegtem Kopf die Entfernung vom Brustbein zum Unterkieferrande 12 cm misst, so bleibt nur ein Viertel dieser Linie frei, die oberen drei Viertel werden von der gegenseitigen Kreuzung und Durchflechtung der beiden Subcutanei in Anspruch genommen.

Der Muskel der rechten Seite ist in der Kreuzung der oberflächlichste, ein Muskelbündel von $3/4$ cm Breite zieht schräg aufwärts dem Unterkiefer zu und strahlt in die Muskulatur der linken Backentasche aus, mit seinen Endigungen bis $3 1/2$ cm links von der Mittellinie reichend.

Weiter nach oben, zwischen Kehlkopf und Zungenbein, 5 cm unterhalb des Kinnes, überschreitet ein $1 1/2$ cm breiter Zug des linksseitigen Subcutaneus die Mittellinie, erreicht die Backentasche nicht, sondern strahlt in die Wange der rechten Seite aus, sich mit zahlreichen Fasern in die Muskulatur des Mundwinkels verlierend. Er reicht bis 2 cm nach rechts von der Mittellinie.

Sodann folgt $2 1/2$ cm unterhalb des Unterkieferrandes ein zweiter Zug des rechtsseitigen Subcutaneus, welcher 2 cm breit sich um den Unterkieferrand herumschlägt und sich nach dem Mundwinkel zu verliert, bis $2 1/2$ cm links von der Mittellinie reichend.

Endlich, sich dem Unterkieferrand nähernd, kreuzen sich die Muskeln der beiden Seiten in schwächeren Bündeln, doch nirgends so, dass sie eine gleichmässig symmetrische Durchflechtung zeigten.[2]

Der Cercopithecus bot ein im Ganzen dem beim Pavian ähnliches Verhalten der Subcutanei dar. Die Kreuzung beginnt ebenfalls unterhalb des Kehlkopfs, der Muskel der rechten Seite ist der oberflächlichste und alternirend treten Bündel der beiden Muskeln auf die gegenüber-

---

[1] Beitrag zur vergl. Anatomie der Affen. In: *Berichte von der kgl. anatom. Anstalt zu Königsberg. IX. Bericht von Heinrich Rathke.* Königsb. 1838. p. 5.

[2] *Rech. d'anat. comparée sur le Chimpansé.* 1841. p. 17. 25. Taf. II.

liegende Seite, um nach oben ziehend theils auf den Backentaschen, theils in der Lippenmuskulatur zu endigen.

Ueber die anthropoiden Affen besitzen wir Angaben von Vrolik[2] und von Bischoff,[1] aus welchen hervorgeht, dass hier einerseits das Hautmuskelsystem beträchtlich reducirt erscheint und wie beim Menschen nur vertreten wird durch den Subcutaneus colli und die Gesichtsmuskulatur, dass andererseits aber diese Muskelgruppe in viel stärkerem Maasse als bei den niedriger stehenden Säugethieren entwickelt und der Subcutaneus colli besonders in seiner in das Gesicht übergehenden Partie stark ausgebildet ist. Beim Schimpanse verschmelzen die beiden Subcutanei in der Mittellinie; in welcher Weise, ob durch Kreuzung oder durch Aneinanderlegen, wird leider nicht angegeben, doch scheint die Abbildung für die letztere Anordnung zu sprechen.

Aus dieser vergleichend anatomischen Zusammenstellung ergiebt sich somit, dass die Hauptzüge in unseren oben beschriebenen Varietäten sich in Bildungen, welche bei gewissen Thierformen normaler Weise bestehen, wiederfinden. Ein Subcutaneus externus, als dessen Rest wir den M. risorius des Menschen aufgefasst haben, findet sich in beträchtlicher Entwicklung bei den angeführten Vertretern aus der Gruppe der Fleischfresser; die tiefe Kreuzung der beiden Subcutanei und ihre Endigung in der Gesichtsmuskulatur der gegenüberliegenden Seite bildet ein regelmässiges Vorkommen bei den Pavianen und ihnen verwandten Affen. Im Sinne der Descendenzlehre ist daher in jenen Varietäten eine auf niederem Zustande sich forterhaltende Organisation, ein sog. Atavismus, zu sehen, und die Ueberbleibsel jener Zustände, welche sich auch bei regelmässiger Anordnung im Menschen wiederfinden, erscheinen als rudimentäre Bildungen. Doch nicht nur in dieser Hinsicht ist die vergleichend-anatomische Bestätigung unserer Sätze von Interesse, sondern auch für die Beurtheilung der allgemein-morphologischen Frage nach der Bedeutung der Medianebene für die symmetrischen Hälften des Wirbelthierleibes. Da diese Frage kürzlich in polemischer Form berührt worden ist,[2] so sei es mir gestattet, noch mit wenigen Worten auf dieselbe einzugehen.

Bardeleben hat in einem Fall von M. sternalis ein Ueberschreiten der Mittellinie beobachtet und in der Literatur 14 entsprechende Beobachtungen aufgefunden. An diese Fälle, die man

[1] *Beiträge z. Anatomie des Hylobates leuciscus.* 1870. p. 8.

[2] K. Bardeleben, Der M. sternalis. *Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte.* I. 1876. p. 424.

allenfalls zu Ausnahmefällen, pathologischen Abnormitäten stempeln könnte, um die Unverletzlichkeit der Mittelebene im Allgemeinen aufrecht zu erhalten, hätten wir nun die unsymmetrische Kreuzung der beiden Mm. subcutanei colli anzureihen, welche in Anbetracht ihrer starken Ausbildung bei den Pavianen und der rudimentären Andeutung beim Menschen, die Bedeutung einer normalen anatomischen Erscheinung gewinnt. Die Unsymmetrie des Sternalis steht also nicht allein, und der Widerspruch, welcher den Angaben Bardeleben's von anderer Seite entgegengesetzt worden ist, wird nur noch unverständlicher. Diese „andere Seite" war, so viel wir wissen, Prof. Häckel, der Einspruch aber, welchen dieser in der herangezogenen Sitzung der Jenaer medic.-naturw. Gesellschaft erhoben hat, wird nur kurz angegeben, es heisst: „das Ueberschreiten der Medianlinie sei unmöglich, weil es gegen das Gesetz von den Antimeren verstosse."[1] Wollen wir uns mit den Ansichten Häckel's näher bekannt machen, so müssen wir uns daher an die Erörterungen halten, welche er in seinen Schriften[2] der Frage widmet. Hier aber finden wir, dass die Scheidung der Seitenhälften nicht in der haarscharfen Weise postulirt wird, wie wir es nach der den Angaben Bardeleben's entgegengesetzten Opposition hätten erwarten sollen, und wir sehen uns in der Lage, entweder ein Missverständniss in der Discussion vermuthen oder annehmen zu müssen, dass Prof. Häckel zur Zeit weiter geht als bei der Abfassung seiner Generellen Morphologie.

Dass für das Verständniss der Körperform auf die Medianebene Werth zu legen und den beiden Körperhälften eine gewisse Selbständigkeit zuzuerkennen sei, ist bereits von Meckel[3] hervorgehoben worden, und von Reichert[4] wurde diese Selbständigkeit sogar zu einer vollkommenen individuellen Unabhängigkeit der beiden Hälften von einander gesteigert. In seiner Erläuterung der Entstehung von Doppel-Missgeburten gelangt Reichert schliesslich zu dem Satz, „dass der bilaterale Wirbelthierkörper aus zwei Individuen entstanden zu betrachten sei, welche die ihnen fehlenden Hälften bei der Vereinigung zum Opfer gebracht haben."

Eine individuelle Unabhängigkeit der Seitenhälften lehrt nun Häckel allerdings auch, jedoch mit dem Unterschied, dass er dieselbe nicht wie Reichert aus der Verschmelzung zweier, ihrerseits wieder bilateral angelegter Individuen, sondern aus einer Längstheilung der ursprüng-

[1] Vergl. auch a. a. O. p. 443.
[2] E. Häckel, *Generelle Morphologie der Organismen.* 1866.
[3] *Handbuch der Menschlichen Anatomie.* 1864. p. 25. 48.
[4] Reichert's *Archiv.* 1864. p. 744 ff. 754.

lich ungetheilten Anlage herleitet. Nach dem Vorgang von Bronn unterscheidet Häckel in der Reihe der morphologischen Individualisirung zwischen den Organen und den Personen noch zwei Stufen: die Antimeren oder Gegenstücke (homotypischen Theile, Bronn) und die Metameren oder Folgestücke (homonymen Theile, Bronn) und gelangt so zur Aufstellung seiner sechs morphologischen Individualitäten, welche er nun in der ihm eigenen consequenten Systematisirung als Grundlage der gesammten organischen Formenwissenschaft durchführt. Für die beiden Antimeren des Wirbelthierkörpers, die symmetrischen Seitenhälften, verlangt er dem entsprechend dieselbe Würdigung von Seiten der Entwicklungsgeschichte und Anatomie, als sie bisher nur den Organen und Personen zugewandt worden sei und dringt auf die Betonung der medianen Grenzebene. Diese Grenzebene ist aber auch für Häckel eine ideale, und wenn er auch von ihr sagt,[1] dass sie „so vollständig durch den ganzen Körper hindurchgehe, wie es nur bei der realen Scheidewand zwischen zwei durch Längstheilung entstehenden Zellhälften der Fall sein kann", so ist dieser Satz doch nur vergleichsweise zu verstehen, denn an einer anderen Stelle[2] wird der Grund, dass die homotypen und homodynamen Verhältnisse bisher überhaupt so wenig berücksichtigt und nicht gehörig aufgeklärt worden seien, in der gegenseitigen Durchflechtung der Antimeren und Metameren gefunden.

Es hätte der erwähnten Beobachtungen in Betreff des Sternalis und der Subcutanei colli gar nicht bedurft; schon gegenüber den Erfahrungen über den Mangel an Symmetrie in den Commissuren und Decussationen des centralen Nervensystems und gegenüber den Abweichungen, welche das Gefässsystem in den frühesten Stadien seiner Entwicklung bereits zeigt, wäre es unmöglich, die Medianebene als Trennungsebene im mathematischen Sinne zu construiren, und daran wird wohl auch Niemand ernstlich denken. Wenn wir uns vergegenwärtigen, dass die Bildung des Wirbelthierkörpers auf einer in Beziehung zur ungetheilten Axe (Chorda dorsalis) doppelt symmetrischen Scheidung beruht, und dass die symmetrischen Seitenhälften sich einerseits (in der Umgebung der Axe) durch unvollständige Längstheilung, andererseits (in der dorsalen und ventralen Mittellinie der Körperwandung) durch Verwachsung sich begegnender Falten gegen einander abgrenzen, so werden wir die Möglichkeit der gegenseitigen Durchflechtung beider Hälften, des Ueberwiegens der einen Hälfte über die andere, und daraus folgender Verschiebungen der Grenzlinien nicht von der Hand

[1] A. a. O. Bd. II. p. 133.
[2] A. a. O. Bd. I. p. 373. Anmerkung.

weisen können. Das Vorhandensein dieser Linien selbst wird dadurch nur bestätigt, und der medianen Grenzfläche, welche freilich keine Ebene, sondern eine Fläche doppelter Krümmung ist, bleibt ihre Bedeutung für die durch sie geschiedenen Antimeren vollkommen gewahrt. Wer der Lehre von den Antimeren eine Zukunft zuspricht, der kann die Grenzfläche nicht von vorn herein als eine starre Ebene betrachten, denn gerade von der genaueren Untersuchung dieser Fläche und von der sorgfältigen Beobachtung aller Variationen derselben, müssten die nächsten Fortschritte in dieser Lehre zu erwarten stehen; Schematisirungen, welchen thatsächliche Erfahrungen zuwiderlaufen, können nur zu Erstarrung und Stillstand führen.

Zur Kenntniss des Bindegewebes.

Von

Dr. Ludwig Löwe

in Berlin.

(Hierzu Tafel III.)

§ 1. Die Histologie und Histiogenese der Sehne des Rattenschwanzes.

Neuere Untersuchungen der Sehnen des Rattenschwanzes haben mich zu nachstehenden Resultaten geführt:

Schneidet man quer durch einen enthäuteten und in Müller'scher Flüssigkeit entkalkten Rattenschwanz (Fig. 1), so sieht man die Sehnen desselben in vier Pakete *a b c d* an den Ecken des im Querschnitt ungefähr viereckigen Wirbelkörpers angeordnet. Im Innern desselben ist der Durchschnitt des von fetthaltigem Mark erfüllten Knochens *k* bemerkbar, von dem ein ganz eigenthümliches in Fig. 1 der Deutlichkeit wegen dunkel gezeichnetes Gewebe ausgeht, das dazu bestimmt ist, Fächer für die einzelnen Organe, die am Rattenschwanz liegen, zu bilden und das deshalb den Namen des „Fachbildenden Fasciengewebes" führen mag. Das fachbildende Fasciengewebe umgiebt in dichter Anordnung zuerst die ganze Peripherie des in der Axe des Schwanzes gelegenen Knochens (*k*) als Periost desselben. Da, wo der Knochen Vorsprünge hat, also an den Punkten *e f g h i* ist es besonders stark angehäuft und es strahlen von da dichtere Massen desselben aus. Diese theilen sich sofort dichotomisch (*l*). Indem die Theilungsäste sich mit einander verbinden, entsteht eine Umhüllung des ganzen Schwanzes mit einer derben Fascia superficialis (f. s.). Letztere ist nicht in gerader Linie zwischen je zwei Knochenvorsprüngen (z. B. zwischen den beiden Vorsprüngen *e* und *f*) ausgespannt, sondern verbindet dieselben vielmehr in einer nach Aussen convexen Biegung. Auf diese Weise muss zwischen dem Knochen und der umhüllenden Fascie an jeder Ecke des Wirbels

ein Raum frei bleiben, der theils durch (gelb gezeichnetes) Fettgewebe (*f g*), theils durch Muskeln *m*, Nerven *n*, sowie hauptsächlich, namentlich am ganzen äussern Rande, durch die Sehnen s occupirt wird. Indem das fachbildende Fasciengewebe, da, wo letztere sich befinden, von seiner innern Peripherie zahlreiche Fortsätze entsendet und diese mit einander zusammenfliessen, kommt es zur Bildung von eben so vielen bald grösseren, bald kleineren Fächern, als Sehnenabtheilungen sind. Im Allgemeinen kann man sagen, dass jede Sehnenabtheilung von einem eigenen Rahmen fachbildenden Fasciengewebes umschlossen ist. Doch giebt es hiervon auch (allerdings nur scheinbare) Ausnahmen. So sind z. B. die beiden Sehnen Fig. 1 α und β dem Anscheine nach nur von lockerem fetthaltigem Bindegewebe lose eingefasst. Bei genauerer Untersuchung ergiebt sich aber, dass auch hier das fachbildende Fasciengewebe nicht fehlt. Nur ist es, da der Schnitt einem sehr fettreichen Thier entnommen war, durch Aufnahme von Fett in seine Zellen in eine dem eigentlichen Fettgewebe sehr ähnliche Formation umgewandelt. Dadurch ist seine eigentliche Structur undeutlich geworden. Doch erkennt man bei genauerem Zusehen immer noch seinen Ursprung in einem deutlichen (auf der Figur nicht wiedergegebenen) Unterschied von dem eigentlichen Fettgewebe. Das fachbildende Fasciengewebe fliesst nach Aussen, wie schon erwähnt, zu einer den Schwanz vollständig einhüllenden Fascia superficialis (f. s.) zusammen. Noch mehr nach Aussen liegt dann nur noch Unterhautbindegewebe und Haut selbst. Von ersterem sind auf Fig. 1 zwei Reste an Stellen, an denen das Fasciengewebe etwas concav einspringt (bei *f* und *i*) erhalten.

Aus der abgebildeten Figur schliesse ich Folgendes: Von der knöchernen Axe eines Körpertheils eines Wirbelthieres aus (und zwar speciell immer von den Knochenvorsprüngen aus) kann unter Umständen ein eigenthümliches Gewebe, das sog. „Fachbildende Fasciengewebe“ ausstrahlen. Dasselbe hat die Eigenschaft für die Organe eigene Fächer zu bilden, indem es sich, an den Organen angelangt, in 2 Umhüllungsblätter spaltet. Von diesen umhüllt das Eine die laterale, das Andere die mediale Seite des Organes. Am Knochen formirt es die Hülle desselben, das sogenannte Periost. Histologisch hat es die Structur des Letzteren. Es scheint mir, dass man auf dies Fasciengewebe ein grösseres Gewicht legen sollte. Die macroscopische Anatomie kennt dasselbe schon seit langer Zeit unter dem Namen der Fascien. In der Histologie hat es zwar ebenfalls seine Beschreibung gefunden, ohne dass aber jemals besonders auf seine Vertheilung Gewicht gelegt worden wäre. Dies ist vermuthlich deshalb unterblieben, weil es nur dann stark in die Augen springt, wenn man Querschnitte durch ganze Körpertheile erwachsener

Thiere, resp. ganze Thiere anfertigt. Und dies war ja vor Einführung der Microtome ein pium desiderium, und ist es zum Theil heute noch.

Fig. 2 stellt ein Stück ähnlich einer Ecke des in Fig. 1 abgebildeten Rattenschwanzquerschnitts bei etwas stärkerer, (ca. 40facher) Vergrösserung dar. Man sieht wiederum das Fasciengewebe roth gezeichnet und man kann jetzt erkennen, dass die Zellen desselben mit ihrer Längsachse und ihrer Verlaufsrichtung den Conturen des jeweils einzuschliessenden Faches parallel angeordnet sind. *k* ist der Knochen, *p* der periostale Antheil des fachbildenden Fasciengewebes, (wobei zu bemerken ist, dass das Periost nicht unvermittelt der Knochensubstanz aufsitzt, sondern durch eine Schicht osteoiden Gewebes *og* von derselben getrennt ist, wogegen es continuirlich und ohne Dazwischenkunft eines andern Gewebes in das den Knochenvorsprüngen aufsitzende Knorpelgewebe *kn* übergeht. Es muss mithin das osteoide Gewebe *og* gegen den Knorpel hin in einer dünnen Spitze *ds* aufhören). *fs* ist die Fascia superficialis; *m* sind die Muskeln, *n* die Nerven, *fg* das Fettgewebe. Untersucht man die einzelnen Fächer der Fascia, soweit sie von Sehnengewebe erfüllt sind, so fällt vor Allem auf, dass die Grösse der Fächer eine sehr wechselnde ist. Man findet Fächer, in denen es nur ein einziges primäres Sehnenbündel[1] (Fig. 2 das mit 1 bez. Sehnenbündel) giebt. Andere enthalten 2, noch andere 3 und so bis 11. (Siehe Fig. 1 und 2 die mit 2, 3 bis 11 bezeichneten Sehnenquerschnitte.)

Es muss darauf hingewiesen werden, dass ein Sehnenfach nicht selten geräumiger ist, als die darin eingeschlossenen Sehnenbündel zusammengenommen. So liegen z. B. die 3 primären Sehnenbündel (Fig. 2 γ) in einem Fach *a b c d* von bedeutend grösserem Umfange, als der Raum, den die 3 primären Sehnenbündel selbst einnehmen, so dass ein von 3 Ecken *a b d* umgrenzter gegen den Knochen hin gelegener Platz *x* in dem Sehnenfache übrig bleibt, der vom Fettgewebe erfüllt wird. Dieses Verhältniss wiederholt sich, wie ein Blick auf Fig. 1 (bei γ, γ) lehrt, öfters und kann bei hochgradiger Fettleibigkeit schliesslich zu einer Sprengung des Sehnenfaches führen. Auf diesem Verhältniss der Sprengung des Sehnenfaches durch Fettwucherung in demselben beruht auch der oben besprochene Fall von scheinbarem Fehlen des Sehnenfaches (Fig. 1 α u. β). Sieht man genauer hin, so erkennt man, dass die Seh-

[1] Unter „primäres Sehnenbündel“ verstehe ich einen Complex von vielen (im Mittel ca. 60) Fibrillencylindern, welche durch eine Endothelscheide zusammengehalten werden. Die Umgrenzung durch eine Endothelscheide ist das Charakteristische für das primäre Sehnenbündel. Andere Autoren nennen schon das, was ich „Fibrillencylinder“ nenne, primäres Sehnenbündel und bezeichnen mein primäres Sehnenbündel schon als „secundäres“.

nenfächer noch vorhanden und nur entweder gesprengt oder weit abgehoben von der Sehne sind. Es kann nicht übersehen werden, dass die Fettwucherung innerhalb der Sehnenfächer sehr wichtig für die Einölung der Sehne bei ihren Bewegungen sein kann.

Ich gehe nunmehr zur Betrachtung des Sehnengewebes selbst über und beginne mit einem Fache, in dem sich nur ein einziges primäres Sehnenbündel (Fig. 2, das mit 1 bez. Sehnenbündel) befindet. Wenn man hier vom fachbildenden Fasciangewebe aus nach Innen gegen die Mitte des Querschnittes durch das primäre Sehnenbündel hin vorschreitet, so trifft man vom Fasciengewebe ausgehend und nachdem man etwa vorhandenes Fettgewebe passirt hat, noch nicht direct auf die eigentliche Sehnensubstanz. Vielmehr ist letztere immer noch durch einen deutlich wahrnehmbaren, mit Kernanschwellungen versehenen doppelten Contur von dem fachbildenden Fasciengewebe getrennt. Dieser Contur ist auf Fig. 2 mit blauer Farbe angedeutet. Er stellt das in meiner frühern Sehnenarbeit ausführlich behandelte Tendilemma dar. (*Wiener medic. Jahrbücher* 1873).

Es kann fraglich sein, ob das zwischen Sehne und fachbildender Fascia gelegene Tendilemma dem Sehnengewebe oder dem fachbildenden Fasciengewebe angehört. Ich bin der Meinung, dass das Letztere der Fall ist, ungefähr ebenso wie die Linsenkapsel anatomisch zum Glaskörper gehört, (Kesssler, Lieberkühn, Arnold, Würzburg) und zwar aus folgenden Gründen: 1) Wenn durch Entwicklung von Fett ein Sehnenfach, (z. B. Fig. 2 γ) erweitert wird, so wird zwar das Tendilemma stets von dem umhüllenden Fasciengewebe durch das dazwischen gelagerte Fett abgehoben und gegen die Sehnensubstanz geschoben, bleibt aber mit dem fachbildenden Fasciengewebe noch immer in continuirlichem Zusammenhange. Niemals lagert sich Fett zwischen Tendilemma und Sehnensubstanz. 2) Tendilemma und Sehnensubstanz sind nie mit einander verwachsen; sie sind vielmehr immer durch einen sehr engen, capillaren, ringförmig die ganze Sehne umgebenden, zur Saftleitung dienenden Raum von einander getrennt, dessen Innenwand die glatte von verschmolzenen Sehnenzellen und Fibrillencylinderscheiden überdeckte Oberfläche der Sehne bildet, während die Aussenwand des peritendinösen Lymphraumes von der Innenfläche des Tendilemma formirt wird. Diesen Spalt schlage ich vor Contactspalt zu nennen.[1]

[1] Ich habe schon in meiner frühern Sehnenarbeit l. c. in Fig. 7 eine Abbildung gegeben, aus deren rechts gelegenen Theil hervorgeht, dass das Tendilemma sich auf grosse Strecken von der Sehne ohne Continuitätstrennung abheben lässt, also mit dieser durchaus nicht verwachsen sein kann, sondern ihr blos oberflächlich anliegen muss. Eben daselbst habe ich auf Seite 30 mit Bezug auf diese Frage hervorgehoben, dass es mir auf vielen Hunderten von Sehnenquerschnitten nicht ein

Aus den angeführten Gründen geht hervor, dass das Tendilemma dem lockeren umhüllenden Bindegewebe und nicht der Sehne angehört.

Ehe in der Betrachtung der Sehne weitergegangen wird, möchte ich mir erlauben, einige neue Namen zu erörtern, welche ich in dieser kleinen Abhandlung anwenden werde. Ich schlage für das lockere Bindegewebe im ganzen Organismus den Namen des interparenchymatösen vor, um es von demjenigen Bindegewebe zu unterscheiden, welches in die Zusammensetzung der einzelnen Organe eingeht und welches deshalb passend intraparenchymatös genannt wird. Es ist selbstverständlich, dass, wenn ein Organ in Unterabtheilungen zerfällt, wie z. B. eine Drüse in einzelne Läppchen oder ein Muskel in einzelne Muskelbündelchen, die Lücken zwischen diesen Abtheilungen nicht durch intraparenchymatöses, sondern durch interparenchymatöses Bindegewebe eingenommen werden. Das interparenchymatöse Bindegewebe unterscheidet sich von dem intraparenchymatösen hauptsächlich durch seine lockere Be-

---

einziges Mal gelungen sei, einen Zusammenhang des Tendilemmas mit den Fibrillencylinderscheiden resp. Sehnenzellen direct nachzuweisen. Neuerdings wiederholt auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen haben mich von der Correctheit meiner frühern Anschauung überzeugt. Einer der neuesten Bearbeiter der Sehne, Spina, (*Wiener med. Jahrbücher* 1873. p. 384, und 1875: Weitere Beiträge zur Histologie der Sehne) scheint ebenfalls einen Zusammenhang zwischen Sehnenscheide und Sehnensubstanz nicht haben finden zu können. Nichtsdestoweniger folgert Spina aus dem Vorhandensein von Zellen im Tendilemma, welche den Sehnenzellen analog sind (was nebenbei gesagt nicht exact ist), dass das Tendilemma wahrscheinlich eine Verschmelzungsform von aneinander gerathenen Sehnenzellen sei. Mit demselben Rechte könnte man behaupten, dass Pleura und Peritoneum eine Verschmelzungsform von aneinander gerathenen Epithelien der Lungenalveolen sind. Einen ganz positiven Beweis, dass das Tendilemma genetisch dem umliegenden Bindegewebe und nicht der Sehne angehört, kann man der Betrachtung von Querschnitten embryonaler Rattenschwänze entnehmen. Fig. 14 stellt einen solchen durch den Schwanz einer neugebornen Ratte bei Schieck ocl. 0, Obj. 9[a] *i* (*e I*) dar. Man sieht hier das Tendilemma sich direct aus dem um die embryonale Sehne herumliegenden lockeren Bindegewebe allmälig herausdifferenziren. Ursprünglich stösst das Sehnengewebe in einem glatten einfachen Contur an das umhüllende lockere Bindegewebe. Ein Tendilemma ist noch nicht vorhanden. Allmälig mit dem deutlichen Hervortreten der charakteristischen Sehnenquerschnittsstructur differenzirt sich der innerste Saum des peritendinösen Gewebes (Fig. 14 *p t*) zu einer einfachen Endothellamelle: dem späteren Tendilemma (*t*), indem es sich durch seröse Lymphspaltenbildung stellenweise von dem peritendinösen Gewebe abhebt. In dieser frühesten Entwicklungsstufe sind die Zellen des endothelialen Tendilemma auffallend dick, protoplasmareich und vollsaftig. Sie haben noch nichts von dem Platten-Habitus der späteren endothelialen Lamellen an sich. Es leuchtet ein, dass die Abplattung der Zellen mit zunehmendem Wachsthum dadurch bedingt wird, dass die Räume für jedes einzelne primäre Sehnenbündel im späteren Lebensalter weit grösser werden.

schaffenheit. Es ist weit weniger dicht gefügt als Letzteres und mit weit mehr der Lymphströmung dienenden Gewebslücken versehen. Der oft schon mit blossem Auge sichtbare Zerfall eines Organs in mehrere Unterabtheilungen wird eben dadurch so leicht kenntlich, weil sich das lockere Gefüge des interparenchymatösen Bindegewebes schon macroscopisch von dem intraparenchymatösen im Allgemeinen compacteren Gewebe unterscheidet.

Das Tendilemma stellt sich als eine seröse Haut und als Grenzschicht des lockeren interparenchymatösen Bindegewebes gegen die Sehne hin dar.

Es ist von Interesse zu untersuchen, in welcher Weise das Tendilemma mit dem nach Aussen davon gelegenen fachbildenden Fasciengewebe zusammenhängt. Schnittpräparate lehren, dass zwischen Tendilemma und fachbildendem Fasciengewebe sich mehr oder weniger ausgebreitete Lymphräume befinden (Fig. 2, *l l*). Dieselben umgeben nicht continuirlich in Ringform das ganze Tendilemma, sondern Tendilemma und fachbildendes Fasciengewebe sind vielmehr streckenweise entweder direct oder durch interorganale Bindegewebslamellen und Fäden verbunden. Auch ist an der Innenwand des fachbildenden Fasciengewebes nicht mit Deutlichkeit eine zweite feine seröse Haut zu entdecken, welche vorhanden sein müsste, wenn sich zwischen Tendilemma und fachbildenden Fasciengewebe ein ununterbrochener grosser Lymphsinus (und nicht blos interorganale (manchmal viele) kleine einander parallele im Ganzen ungefähr ringförmig angeordnete Lymphspalten) befände. Von solchen der Lymphströmung dienenden Gewebslücken, wie sie zu Tausenden im interparenchymatösen Bindegewebe vorkommen, ist aber bekannt, dass sie in der Regel der Endothelbekleidung mehr oder weniger vollständig entbehren. Auf der Aussenfläche des isolirten Tendilemma finden sich nicht selten feine Fädchen aufsitzen, die als ganz dünne Verbindungsbälkchen sich vom Tendilemma zum fachbildenden Fasciengewebe hinüberziehen. In diesen interorganalen Lamellen und Balken kommt die Fettbildung, die in Fig. 1 und 2 gezeichnet ist, durch Fettanhäufung in den Zellen derselben zu Stande. Interorganale Lamellen und Balken des Tendilemma hängen mit dem fachbildenden Fasciengewebe in ähnlicher, nur etwas festerer Weise zusammen, wie etwa die Sclera mit der Chorioidea durch die interorganalen Verbindungslamellen der Lamina fusca et supra-chorioidea verbunden ist.

In Vorstehendem ist der Fall behandelt worden, dass in einem Sehnenfache sich immer nur ein einziges primäres Sehnenbündel befindet. Wenn zwei oder mehr primäre Sehnenbündel in einem gemeinschaftlichen Fache vorhanden sind, ist die Eintheilung, wie aus der Fig. 2 ersichtlich ist, der Art, dass von der Innenwand des Tendilemmas

Querwände ausgehen, welche durch ihre Anastomosen das Sehnenfach in ebenso viele Unterfächer theilen, als primäre Sehnenbündel vorhanden sind. Auch diese Quersepta sind ebenfalls auf Fig. 2 mit blauer Farbe angegeben. Zwischen den Quersepten und der mit verschmolzenen Sehnenzellen, resp. Fibrillencylinderscheiden bedeckten Oberfläche der einzelnen primären Sehnenbündel ist immer ein capillärer Contactspalt vorhanden.

Es soll nunmehr zur Besprechung der eigentlichen Substantia propria der Sehnen des Rattenschwanzes übergegangen werden. An dieser sind viererlei Bestandtheile zu unterscheiden: 1) Sehnenzellen; 2) zu cylindrischen Bündeln vereinigte Fibrillen; 3) mit den Sehnenzellen zusammenhängende, die Fibrillencylinder umhüllende elastische Scheiden; 4) Kittsubstanz.

Was zuerst die Sehnenzellen anbetrifft, so sind über dieselben in letzter Zeit folgende Ansichten veröffentlicht worden. Spina l. c. hält die Sehnenzellen für viel verzweigte Gebilde von mannigfach verästelter unregelmässiger Gestalt und dickem, mit grossen centralen Kern versehenen Protoplasmakörper. Eine eigenthümlich construirte Zellscheide aus elastischer Substanz umgiebt den Protoplasmakörper und begleitet denselben bis in seine feinsten Ausläufer. Somit besteht jeder Ausläufer auf dem Querschnitt aus einem centralen Protoplasmafaden und einer umhüllenden elastischen Substanz. Die Ausläufer lässt Spina mannigfaltig mit einander anastomosiren. Dadurch entstehen unregelmässige Netze, in deren Maschen die Fibrillen gelegen sind. Zellausläufer und Fibrillen durchflechten sich aufs Innigste und derartig unregelmässig mit einander, dass auf 2 hinter einander folgenden Querschnitten durch die ganz verschieden gestellten Ausläufersysteme immer ein ganz anderes Bild des Querschnitts entstehen muss. Früher hat Spina auch elastische Leitern und Netze in der Sehne angenommen.

Nach Ranvier[1] zeigen die platten Sehnenzellen ausnahmslos parallel mit ihrer Längsaxe und der Längsaxe der Sehne Leisten und hervorspringende Riffe „die elastischen Streifen Bolls". Das Zustandekommen derselben sucht Ranvier durch die Annahme zu erklären, dass von Seiten der benachbarten Fibrillenbündel auf die convexe Seite der jungen ursprünglich weichen Sehnenzellen beim Wachsthum ein Druck ausgeübt werde, welcher diese in Kämmen und Leisten gerade an denjenigen Stellen hervortreten liesse, an denen ein Interstitium zwischen

[1] Ranvier, Nouvelles recherches sur la structure et le développement des tendons. (Travail du laboratoire d'histologie du Collège de France). *Archives de Physiologie normale et pathologique.* 1874. 181—202.

zwei Sehnenbündeln der betreffenden Sehnenzelle anläge. Die eigenthümliche Form der Sehnenzellen, ihre Riffe und vorspringenden Kanten wären allein durch die Form der mit den Zellen in unmittelbarem Contract stehenden Fibrillenbündel bedingt. Auf Grund dieser Vorstellungsweise schlägt Ranvier vor, die Bezeichnung „elastischer Streifen" in „crête d'empreinte" umzuwandeln. Ganz ebenso wie die Zellsubstanz der Sehnenzellen kann auch der Kern eine derartige „crête d'empreinte" zeigen.

Nach Waldeyer[1] stellen die Sehnenzellen keine einfachen Platten dar, sondern sind complicirte Gebilde, die am Besten als „zusammengesetzte Platten" bezeichnet und mit der Form eines Schaufelrades verglichen werden können. Eine klare Vorstellung von der Form dieser Zellen gewinnt man nach Waldeyer auf folgende Weise: Man öffne ein Buch derartig, dass man seine Blätter in 4—5—6 Gruppen auseinanderhält, die unter verschiedenen Winkeln aufeinanderstossen; das Ganze macht dann im Grossen ungefähr denselben Eindruck, wie eine Sehnenzelle im Kleinen. Man hat es also nicht mit einer Platte zu thun, sondern mit mehreren, die in verschiedener Weise unregelmässig an einander gefügt sind. An den Rändern sind diese Platten nicht geradlinig abgeschnitten, sondern laufen in zahlreiche feine Fäden, oft von beträchtlicher Länge, aus, die bei zwei benachbarten Zellen auch unter einander anastomosiren können. Waldeyer hält diese Zellen für „zusammengesetzte Platten", deren eine, „die Hauptplatte", für gewöhnlich den Kern trägt. Die übrigen Platten sind weniger umfangreich und erscheinen wie kleinere Flügel, die unter spitzem oder nahezu rechtem Winkel an die Hauptplatte angesetzt sind, und die ihrerseits, ebenso wie die Ränder der Hauptplatte, in viele kleine fadenförmige Fortsätze auslaufen. Die Bindegewebsfibrillenbündel schmiegen sich in die Hohlkehlen ein, welche zwischen zwei aneinanderstehenden Platten oder Flügeln bestehen. Niemals liegen die Zellen den Bündeln selbst unmittelbar an, sondern sind durch eine mehr oder minder stark entwickelte Kittsubstanz von der eigentlichen Fibrillenmasse getrennt, so dass die Zellen selbst wieder in Hohlräume dieser Kittsubstanz (Safträume von Recklinghausen) eingesargt sind. Der „elastische Streifen" Boll's stellt nichts Anderes vor, als die Kantenansicht einer Nebenplatte.

Meine eigenen Befunde haben mich überzeugt, dass die letztgegebene Darstellung Waldeyer's im Grossen und Ganzen das Richtige trifft. Da die Sache noch viele in der kurzen Publication Waldeyer's nicht erwähnte Eigenthümlichkeiten darbietet und da ich ferner Präparate ge-

---

[1] Waldeyer, Ueber Bindegewebszellen. *Archiv für micr. Anatomie.* IX. S. 176.

wonnen habe, deren Illustration mir recht instructiv erscheint, so halte ich es nicht für überflüssig, hier noch kurz über den Bau der Sehnenzellen zu handeln.

Fig. 6 zeigt eine Reihe gut erhaltener Ranvier'schen Körperchen auf einem Fibrillencylinder *fc* aufliegend in der Flächenansicht. Jedes Sehnenkörperchen ist im Allgemeinen, von der Fläche gesehen, länglich-viereckig. Es hat anscheinend 2 Längskanten. Es ist aber fraglich, ob diese Längskanten die wirklichen seitlichen Begrenzungen der Zellen sind oder ob die Zellen sich nicht noch auf der dem Beschauer abgewendeten Seite der Fibrillencylinder weiter fortsetzen. Der obere und der untere Rand der Zellen ist bald convex, bald concav, bald auch ziemlich gerade oder spitzwinklig abgeschnitten und passt so in seinen darüber resp. darunter gelegenen Nachbarzellen-Contur, dass, wenn eine Zelle einen concaven untern Begrenzungsrand hat, die ihr nächstfolgende in der Regel einen convexen obern zeigt und umgekehrt. Beide Krümmungen entsprechen einander. Zwischen je zwei Zellen bleibt ein schmaler, von parallelen Conturen eingefasster Streif *s* frei, der einen von Protoplasma nicht erfüllten Theil der Fibrillencylinderscheide darstellt. Jede Zelle hat nur einen Kern; es ist bekannt, dass die Kerne benachbarter Zellen sehr häufig an den einander zugewendeten Enden gelegen sind. Die Kerne haben einen granulirten Inhalt und 1—4 Kernkörperchen. Die Kernkörperchen sind von einem Kernkörperchenhof umgeben. Bei der Beschreibung der Kerne muss auf den Einfluss wässriger Reagentien, besonders aber des Goldchlorids von $^1/_2$ $^0/_0$ aufmerksam gemacht werden. Die Kerne der Bindegewebszellen erleiden auf Zusatz dieser Flüssigkeit dieselben Veränderungen, die Auerbach[1] bei Wasserzusatz an den Kernen der Leberzellen vom Karpfen beobachtet hat. Es treten mit hellen Tropfen gefüllte Vacuolen (Fig. 6 V.) auf, die den sonst runden Kerncontur zum Theil mit Einbuchtungen versehen. Auerbach führt diese Erscheinung bekanntlich auf einen Austritt von Kernsaft aus dem Kern zurück. Es ist wahrscheinlich, dass auch an den Bindegewebszellen Auerbach's Erklärung zutrifft. Die Längsdurchmesser der Ranvier'schen Zellen wechseln von 10—22 ^{m}, die Querdurchmesser sind nur schwer zu bestimmen, da man nie weiss, ob sich eine im Flächenbilde gesehene Zelle nicht noch auf die dem Beschauer abgewendete Seite eines Fibrillencylinders fortsetzt. Dem Anscheine nach entsprechen die Querdurchmesser der Breite der Fibrillencylinder, sind also ca. 8 ^{m}. Der Dickendurchmesser beträggt ca. 2 ^{m},

---

[1] L. Auerbach, *Zur Charakteristik und Lebensgeschichte der Zellkerne* Breslau 1874.

(wobei die später zu besprechenden Leistenbildungen „die sogenannten Boll'schen Streifen oder crêtes d'empreinte von Ranvier" noch zu berücksichtigen bleiben). Eine isolirte Sehnenzelle, in der der Kern keine Veränderungen zeigte, ist in Fig. 7 (Alkohol-Carminpräparat) in Flächenansicht abgebildet. Man sieht den grossen an einer Ecke gelegenen Kern mit deutlichem, stark ausgesprochenen, beinahe doppelt conturirten Kerncontur, fein granulirtem Inhalt, Kernkörperchen mit Kernkörperchenhof. Die Zelle ist ungefähr viereckig. Bei *x* ist ein Stückchen der Fibrillencylinderscheide, auf welcher die Protoplasmamasse der Zelle selbst gesessen hat, mit isolirt. Dieselbe ist nach oben über die Ranvier'sche Zelle zurückgeschlagen.

Zum Unterschiede von einer Flächenansicht einer Ranvier'schen Zelle (Fig. 7) ist auf Fig. 8 ein Endothelplättchen aus dem Tendilemma abgebildet. Die auffallendsten Differenzen zwischen beiden Zellenarten sind folgende: 1) die Ranvier'schen Zellen sind häufig vorzugsweise in der Längsdimension entwickelt, während die Tendilemmazellen ebenso breit als lang sind. 2) Die Begrenzungsränder der Endothelzellen sind nicht selten verwaschen, das Protoplasma ist fast nur in der Mitte der Zelle um den Kern herum angehäuft. 3) Das oder die Kernkörperchen der Ranvier'schen Zellen sind unverhältnissmässig klein, die der Endothelzellen in vielen Fällen weit grösser. Der hauptsächlichste Unterschied zwischen einer Tendilemma- und einer Sehnenzelle besteht aber in dem gleich zu erörternden Umstande, dass Letztere mit vielfachen flügelartigen Fortsätzen (den sogenannten Nebenplatten Waldeyer's) versehen ist, Erstere nicht; ein Factum, von dem man sich auf Flächenbildern, wie Fig. 6, 7, 8, allerdings nicht oder nur schwer überzeugen kann, über welches aber Quer- und namentlich Schrägschnitte sicheren Aufschluss geben.

Ehe derartige Schnitte besprochen werden, soll noch für einen Augenblick bei der Betrachtung von Längsschnitten durch die Sehne verweilt werden. Auf solchen (Fig. 12) sind die in Längsreihen liegenden Zellen *r z* nicht gradlinig von oben nach unten angeordnet. Dieselben verlaufen vielmehr, namentlich gegen die Axe des primären Sehnenbündels hin, in wellenförmigen Biegungen. Die Erscheinung beruht offenbar auf der Eigenschaft der Sehnenbündel, sich an der Leiche zu retrahiren. Der Schnitt (Fig. 12) ist einem in Müller'scher Flüssigkeit entkalkten Rattenschwanz entnommen. Die in ihrem Fache verbliebene Sehne hatte sich in die gewöhnlichen kleinen und regelmässigen Falten gelegt, welche, wie vom Secirsaal bekannt ist, den Sehnen das atlasartige Aussehen am Cadaver verleihen. *t* ist das die Sehne umhüllende Tendilemma, das sich nicht mit wellenförmig retrahirt hat, sondern geradling

geblieben ist. Ein Umstand, der mit dafür spricht, dass das Tendilemma nicht mit der eigentlichen Sehnensubstanz selbst verwachsen ist, in welcher Beziehung besonders die Lücke *l* zwischen Tendilemma und Sehnensubstanz alle Aufmerksamkeit verdient. Das Auffallendste in der Figur 12 ist, dass die Zellen an den verschiedenen Regionen einer und derselben Zellreihe nicht die gleichen Breiten-Dimensionen beibehalten, sondern oben und unten in feine Fäden (*y*) auslaufen, während sie in der Mitte, (wo *r z* steht) ziemlich breit sind (bis 8 ^{m}). Manche Zellreihen zeigen sogar ein abwechselndes An- und Abschwellen in den Breiten-Dimensionen. Während z. B. die axiale Reihe (*y es y' z*) unten mit einem ganz feinen Fädchen (*y*) anfängt, verbreitert sie sich nach oben zu sehr bald am Buchstaben *e s* zu schön entwickelten Ranvier'schen Zellen. In der Mitte verschmächtigt sie sich wiederum zu einem feinen Faden (bei *y'*), um dann nochmals bei *z* etwas anzuschwellen. Der Grund dieser auffallenden Erscheinung ist mir nicht klar geworden; wahrscheinlich beruht dieselbe darauf, dass immer eine nur beschränkte Anzahl von Sehnenzellen (etwa 4—6) hinter einander mit ihrem Protoplasmaleib in derselben Längsebene gelegen sind, dann aber sich seitwärts (um bis 90°) an der Peripherie des Fibrillencylinders verschieben, um nach 4 bis 5 Zellenlängen wiederum in die alte Richtung zurückzukehren. Sie sind also zickzackförmig angeordnet, sodass auf eine kurze grade verlaufende Strecke eine ebenso lange, etwas nach einer andern Ebene abweichende folgt. Worauf dann wieder eine Abweichung nach der entgegengesetzten Richtung eintritt, welche die Zellen in ihre alte Lage zurückführt. Man kann dies auch so ausdrücken, dass die Protoplasmaleiber der Zellen (die Hauptplatten Waldeyer's) gleichsam in langgezogenen, einander entgegengesetzten Stücken von Spiralen um die Fibrillencylinder herumgelegt sind. Ich meine, dass auch diese Erscheinung mit eine Folge der cadaverösen Retraction ist und glaube, dass, wenn es gelingen würde, eine Sehne in stark gestrecktem, alle Knickungen ausgleichendem Zustande zu erhärten, auch dieses wachsende An- und Abschwellen sich nicht zeigen würde, sondern die Zellenreihen auf dem Längsschnitt gleiche Breiten-Dimensionen beibehalten würden. Wenn diese Annahme richtig ist, so würde sie erklären, warum man auf dem Längsschnitt, nachdem man 4 oder 5 Zellen en face gesehen hat, ebensoviel in der Kantenansicht (en Profil) zu Gesicht bekommt. Spina hat etwas Aehnliches gefunden und in seiner ersten Arbeit Fig. 5, 6, 8, 9 u. 10 abgebildet. Spina bemerkt zu diesen Figuren auf S. 391 Folgendes: „Indem sich die Zellenreihe nach beiden Polen verschmächtigt, um mit einer Spitze zu endigen, wird an beiden Polen ein terminaler Faden gebildet. Die Zellen selbst sind in der Mitte der Reihe am

breitesten und zwar stellen sie hier rechteckige Prismen vor. Gegen die beiden Pole der Reihe hin werden sie schmäler und kürzer, aber in der Weise, dass sie noch immer längliche Prismen bilden. Spina erklärt die Erscheinung dahin, dass die Zellreihen nach oben und unten in elastische Fäden, die er den gleich zu besprechenden Boll'schen Streifen gleichsetzt, auslaufen. Ich kann diese Anschauung deshalb nicht theilen, weil sich mir der terminale Faden sehr häufig bei Betrachtung mit stärkeren Systemen als Kantenansicht von Zellen und nicht blos als elastischer Faden herausgestellt hat.

Eine zweite Eigenthümlichkeit der Längsansicht (Fig. 12) ist der elastische Streifen *e s*, der sich theils schräg über die Zellen wegzieht (bei *e s*), theils seitlich neben den Zellen (bei *e s'*) zu bemerken ist; theils auch ganz getrennt von den Zellen vollständig selbständig bei *x* verläuft. Dieser Streifen ist, wie bekannt, zuerst von Boll ausführlich beschrieben worden. Seitdem haben ihn alle Autoren, die über die Sehne veröffentlicht haben, bestätigt. Nur ist die Auslegung, welche er erfahren hat, im Laufe der Zeit eine sehr wechselnde gewesen. Während die Einen ihn für die Kantenansicht der Zelle oder auch für das Durchscheinen einer unterhalb einer Sehnenzelle durchlaufenden Fibrillencylindergrenze gehalten haben, haben ihn noch Andere für ein besonderes elastisches Gebilde angesprochen. Die Angaben Waldeyer's und Ranvier's sind schon oben wiedergegeben. Spina hält ihn für den Ausdruck von elastischen Netzen und Leitern; eine Anschauung, die ich durch meine Präparate nicht begründet finden kann. Ich schliesse mich in Bezug auf die Natur des elastischen Streifens den Angaben Waldeyer's, wonach derselbe die Abgangsstelle von Nebenzellplatten andeutet, an, bemerke jedoch zugleich noch, dass auch diejenigen Autoren Recht haben, welche, wie Ranvier, in dem elastischen Streifen eine partielle Verdickung der Protoplasmamasse der Sehnenzellen erkennen. (Ranvier's crêtes d'empreinte). Dass alle diese verschiedenen Erklärungen des elastischen Streifens zutreffen, kann man aus Querschnitten (Fig. 10) erkennen. Es besitzen hier die Sehnenzellen theils Verdickungen an verschiedenen Stellen ihres Körpers selbst, nämlich da, wo Nebenplatten abgehen (hier trifft also die Erklärung des elastischen Streifens, wie sie Waldeyer giebt, zu), theils aber auch tragen die Zellflügel einzelne vom Protoplasma-Körper ganz getrennte verdickte Rippen, ansolirten und nicht durch den Abgang von Nebenplatten oder Zellflügeln bezeichneten Stellen. Hier trifft also die Erklärung des elastischen Streifens als einer Verdickung zu. Letztere Art von elastischen Streifen macht sich auf dem Querschnitt als Punkte (Fig. 10 *y*) bemerklich, in der Längsansicht aber erscheint dieselbe als längsverlaufende Linie,

welche ganz getrennt von den Zellreihen von oben nach unten zieht (z. B. bei Fig. 12).

An den Fibrillencylinderscheiden (resp. Zellflügeln Waldeyer's) finden sich nicht selten blind endigende Fortsätze in das Innere der Fibrillencylinder selbst hinein. Diese Fortsätze enden in der Regel mit einer auf dem Durchschnitt punktförmigen, also in der Längsansicht linearen Verdickung, die ebenfalls als eine Art von „elastischen Streifen“ imponiren muss (Fig. 16 *c*).

Die letztere Art elastischer Streifen bedingt an feinen Querschnitten ein eigenthümliches Bild. Sie treten hier mitten in dem fein punktirten Grundgewebe der durchschnittenen Sehnenfibrillen als dunklere und gröbere Punkte auf, welche ganz getrennt von den Zellreihen verlaufen und sich sofort durch ihren grösseren Glanz und ihre stärker entwickelten Dimensionen als Etwas von den feinen punktförmigen Durchschnittsbildern der Sehnenfibrillen Differentes markiren.

Ehe ich die Beschreibung des elastischen Streifens verlasse, muss ich noch auf folgenden Umstand hinweisen. An Längsschnitten kann man sehen, dass der elastische Streifen wandert, je nachdem man die Einstellung des Microscops verändert. So zeigt Fig. 9ª den elastischen Streifen einer dem abgebildeten Längsschnitt (Fig. 12) entnommenen Zellreihe bei hoher Einstellung, während Fig. 9ᵇ denselben elastischen Streifen derselben Zellreihe bei tiefer Einstellung darstellt. Es ist namentlich in den obern Zellen Fig. 9 deutlich, wie mit dem Wechsel der Einstellung der elastischen Streifen *e s* von einer Seite der Zellen zur andern rückt. Während er in Fig. 9ª an der rechten Seite der oberen Zellen sitzt, wandert er in Fig. 9ᵇ auf die linke Seite derselben. Diese Erscheinung ändert sich mit jeder Drehung der Schraube und macht das Nachzeichnen von Längsschnitten im hohen Grade beschwerlich, und nur dann möglich, wenn man beim Zeichnen immer ein und dieselbe Einstellung des Instruments beibehält. Aus letzterem Umstand erklärt sich auch zum Theil, dass in Fig. 12 nur die mittlere axiale Zellenreihe (bei *y*, *r*, *z*, *y′*, *z*) deutlich hervortritt, da sie eben scharf eingestellt war, während die nach den Seiten gelegenen Zellreihen an Breite und Schärfe einbüssen.

Wenn man die eben erwähnte axiale Zellreihe (Fig. 12) da, wo der Buchstabe *r z* steht, scharf ins Auge fasst, so bemerkt man, dass der elastische Streifen *e s* an den untern Zellen auf der rechten Seite gelegen ist, an den obern dagegen auf die linke Seite rückt, indem er schräg von unten und rechts nach links und oben über die Zellreihe hinwegzieht. Der schräge Verlauf des elastischen Streifens deutet an, dass die Nebenzellplatten, deren Abgangsstelle der elastische Streifen an diesem Punkt

der Fig. 12 bezeichnet, schräg gegen die Längsaxe der Sehnen von den Hauptzellplatten abgehen und gegen erstere unter einem spitzen Winkel geneigt sind. Auch diese Erscheinung hängt, wie ich glaube, mit der cadaverösen Retraction der Sehnen zusammen.

Der elastische Streifen verläuft nicht continuirlich, er ist vielmehr entsprechend den Zellterritorien in der Länge nach aufeinanderfolgende, durch kurze Zwischenräume getrennte Segmente getheilt. Auch die feinen terminalen Fäden *y*, sowie die neben den Zellreihen gelegenen elastischen Streifen (Fig. 12 *e s'*) zeigen eine Quertheilung in der Länge. Nur diejenigen elastischen Streifen, die ganz getrennt von der Zellreihe und in weiterer Entfernung seitlich von derselben verlaufen, erstrecken sich öfters continuirlich über längere Abschnitte.

Zur Ergänzung des eben beschriebenen Längsschnittsbildes muss man noch das Querschnittsbild eines primären Sehnenbündels hinzu nehmen, wie Fig. 10 ein Stück eines solchen darstellt. Dieses Querschnittsbild ist zwar sehr oft abgebildet worden, aber jede derartige Abbildung bringt immer neue Eigenthümlichkeiten zu Tage, und auch die hier dargestellte wird bei genauer Betrachtung so manches lehren, was bis jetzt der Aufmerksamkeit entgangen ist. *r z* sind die Durchschnitte der Sehnenzellen. Es sind platte mehreckige Gebilde, deren Gestalt sich nur schwer beschreiben lässt, während dieselbe aus der Figur sofort ersichtlich ist. Man kann an ihnen einen Haupttheil (Hauptplatte Waldeyer's) und viele flügelartige Fortsätze (Nebenplatten Waldeyer's) unterscheiden. Letztere gehen in der Mehrzahl der Fälle gradlinig und rechtwinklig von den Grundplatten Waldeyer's oder von einander ab. Die Nebenzellplatten entsenden ihrerseits wiederum secundäre Nebenzellplatten (Zellflügel Waldeyer's), diese wieder tertiäre u. s. w (siehe z. B. die Zelle *x* in Fig. 10). Auch die secundären, tertiären und quaternären Nebenplatten gehen in der Regel rechtwinklig und gradlinig von ihren zugehörigen Grundplatten ab. Der Durchschnitt ist übrigens dem Schwanze einer noch nicht ganz ausgewachsenen Ratte entnommen und sind die Zellen desselben noch etwas protoplasmareicher als im erwachsenen Zustand. Spina giebt in seiner zweiten Arbeit im Text einen Holzschnitt, welcher einen typischen Querschnitt durch eine Sehnenzelle versinnlichen soll. Die Wahl dieser Abbildung ist nicht glücklich. Die vielen kurzen dicken und sich verästelnden Ausläufer und der breite, viereckige, durchaus nicht sternförmige fest quadratische Körper in Spina's Abbildung trifft für das Querschnittsbild einer Sehnenzelle des Rattenschwanzes nicht zu.

Ich habe schon in meiner früheren Sehnenarbeit l. c. darauf hingewiesen, dass man sich jede Sehnenzelle aus 2 Bestandtheilen, nämlich 1) aus

einer elastischen Grundplatte 2) aus einem darauf gelagerten kernführenden Protoplasma-Klümpchen zusammengesetzt, denken kann. Die elastischen Grundplatten setzen sich ununterbrochen in das fort, was ich Fibrillencylinderscheiden genannt habe. Die Sehnenzellen sind nur die Protoplasma führenden Stücke solcher.

Aus der Betrachtung des Querschnittsbildes (Fig. 10) kann man nun folgende Vorstellung über die topographischen Beziehungen der beiden, die Sehnenzellen zusammensetzenden Bestandtheile, 1) der Fibrillencylinderscheiden, 2) des Protoplasmas zu der ganzen Sehne gewinnen. Die elastischen Grundplatten, oder was dasselbe sagen will, die Fibrillencylinderscheiden aller Zellen je eines primären Sehnenbündels in toto formiren ein zusammenhängendes, die Sehne durchsetzendes und nach Aussen dieselbe ringförmig umschliessendes, netzartig angeordnetes elastisches Scheidensystem. In den Knotenpunkten desselben sind die Protoplasmamassen mit ihren Kernen gelagert. Die protoplasmatragenden Knotenpunkte erscheinen als eigentliche Sehnenzellen mit Haupt- und Nebenplatte, während die protoplasmafreien Stellen des elastischen Grundplattentheils auf Querschnitten als Zellflügel auf Längsschnitten als die leeren Interstitien zwischen den benachbarten Rändern je zweier aufeinanderfolgender Zellen (Fig. 6 *s*) imponiren.

Die Oberfläche des primären Sehnenbündel wird durch ein aus dem Zusammenfluss von elastischen Zellflügeln gebildetes Häutchen, in das auch Zellen eingefügt sind, umschlossen. Zahlreiche blind endigende Fortsätze werden von den elastischen Fibrillencylinderscheiden in das Innere je eines Fibrillencylinders hineingeschickt. Hier endigen sie in der Regel mit einem isolirten Protoplasmastreifen, wie ich solche von der Haupt-Protoplasmamasse der Zellen getrennt, auch noch vielfach vereinzelt im Laufe je einer Fibrillencylinderscheide, der Oberfläche derselben aufliegend, finde.

Einen ganz eigenthümlichen Anblick gewähren Schrägschnitte durch die Sehnen. Fig. 13 stellt einen solchen so dar, wie sich die Sehnenzellen in natürlicher Lagerung nebeneinander auf einem Präparate verhielten. Man kann diese Bildungen nicht treffender schildern, als Waldeyer dies, vom Bau der Sehnenzellen im Allgemeinen sprechend, mit folgenden Worten thut (S. 178): „Man öffne ein Buch derart, dass man seine Blätter in 4—5—6 Gruppen auseinanderhält, die unter verschiedenen Winkeln aufeinanderstossen. Das Ganze macht dann im Grossen ungefähr denselben Eindruck, wie eine Sehnenzelle im Kleinen. Man hat es also nicht mit einer Platte zu thun, sondern mit mehreren, die in verschiedener Weise unregelmässig aneinander gefügt sind.“

So treffend diese Schilderung ist, so geht doch aus Fig. 13 noch

ausserdem hervor, dass dieselbe nicht alle Fälle umfasst. Die Nebenplatten Waldeyer's gehen nämlich nicht blos wie die Blätter eines Buches in ein und derselben Kante von der Hauptplatte ab, sondern sie vermögen auch an 2 ganz verschiedenen, ja einander grade entgegengesetzten Stellen je einer Zelle zu entspringen. So zeigen Fig. 13 diejenigen Zellen, die mit *x* bezeichnet sind, einen derartigen Ursprung der Nebenzellflügel an gerade entgegengesetzten Enden der Zelle. Ferner zeigt die Fig. 13, dass der Unterschied von Haupt- und Nebenplatten sehr oft kein deutlich ausgesprochener ist, indem die Nebenplatten fast ebenso gross sind als die Hauptplatten und man nicht bestimmen kann, welche Platte Nebenplatte und welche Hauptplatte ist. Interessant ist, dass von 2 hintereinanderliegenden Zellen öfters die Nebenplatten, wie aus der Lage der Boll'schen Streifen ersichtlich ist, an genau entsprechenden Stellen entspringen (siehe Fig. 13 die mit *y* und *z* bezeichneten Zellenpaare). Es ist dies übrigens nicht durchgehends die Regel, denn wie aus dem Längsschnitt Fig. 12 ersichtlich ist, geht der Boll'sche Streifen häufig schräg über eine Zellenlängsreihe herüber. (Siehe auf Fig. 12 die 4. Zellreihe von links, da, wo der Buchstabe *r* steht).

Das Bild des Querschnitts der Sehnenzellen muss die Aufmerksamkeit der Histologen in hohem Grade in Anspruch nehmen, denn dasselbe bietet der Unterbringung unter das gebräuchliche Zellschema nicht geringe Schwierigkeiten. Man wird sich Letzterer bewusst, sobald man sich fragt, wo fängt an jeder einzelnen Sehnenzelle der Zellkörper an, wo hört er auf? Gesetzt man wollte den Zellkörper soweit rechnen, als das continuirliche Protoplasma der Hauptplatten reicht, so würden dadurch die isolirten Protoplasmastreifen, die von dem grossen Protoplasmakörper der Haupt- und Nebenplatten getrennt, als vereinzelte elastische Streifen den Fibrillencylinderscheiden aufsitzen, ganz ohne Erklärung bleiben. Oder aber, wenn man die Fibrillencylinderscheiden umgekehrt mit zu den Sehnenzellen rechnen will, so erhält man zellige Gebilde, denen auf grosse Strecken das bisherige Hauptcharakteristikon der Zelle, nämlich das Protoplasma, fehlt. Dieses Dilemma lässt nur zweierlei Erklärungsmodi zu. Entweder muss man sich vorstellen, dass ursprünglich einmal alle Fibrillencylinderscheiden auch protoplasmatisch gewesen sind, und dann im Laufe der Zeit sich aus dem ursprünglichen Protoplasma durch chemische Umsetzung in elastische Scheidensubstanz umgesetzt haben; oder man muss einen complicirten Entstehungsmodus annehmen, indem man die elastischen Fibrillencylinderscheiden von der Grundsubstanz, die localen Protoplasmaverdickungen aber von den ursprünglich überall zusammenhängenden Protoplasmafortsätzen der embryonalen Sehnenzellen ableitet. Die Entwicklungsgeschichte

zeigt, dass die erstere Annahme die richtige ist und verweise ich deswegen auf Fig. 14, 15 u. 16, welche Figuren die Entwicklung der Sehne illustriren sollen. Auf Fig. 14, einem einer neugeborenen Ratte entnommenen Querschnitt, sieht man die einzelnen primären Sehnenbündel *p s* bereits vollständig abgetheilt in ihrem von dem oben besprochenen embryonalen Tendilemma T umschlossenen Fächern. Jedes primäre Sehnenbündel ist aus abwechselnd dunkleren und helleren Stellen zusammengesetzt. Die dunkleren Züge sowohl als die helleren bilden im Allgemeinen auf dem Querschnitt zusammenhängende Massen in dem Gewebe, die sich gegenseitig durchdringen. Die dunkleren Züge sind die Durchschnitte durch die embryonalen Sehnenzellen, die helleren diejenigen durch sie Fibrillencylinder. Erstere sind, wie ich schon früher in einer eigenen kleinen Notiz (Wiener med. Jahrbücher 1874) hervorgehoben habe, in jüngeren Sehnen besonders protoplasmareich und gross, und bilden nicht selten den Riesenzellen ähnliche Anhäufungen.[1] Sie sind nur unvollkommen in einzelne Zellterritorien geschieden. Doch kann man die Abgrenzung der einzelnen Zell-Individuen gegen einander, wenn auch nicht immer mit Bestimmtheit, doch schon so ziemlich angeben. Weit deutlicher ist dagegen die Abgrenzung in einzelnen Unterabtheilungen in der hellern Masse ausgesprochen. Jede einzelne Unterabtheilung repräsentirt hier einen späteren Fibrillencylinder, soweit derselbe aus Fibrillen und Grundsubstanz besteht.

---

[1] Solche Riesenzellen ähnliche Zellcomplexe stellt Fig. 16 in der Längsansicht dar. Letztere Figur ist ein Stück eines primären Sehnenbündels aus dem Schwanze einer jungen, ein paar Wochen alten Ratte und ist mit Goldchlorid gefärbt und dann in Glycerin untersucht. Ein Theil der Zellen hat auf Fig. 16 schon ganz die definitive Gestalt fertiger Ranvier'scher Körperchen, wie sie sich in der Längsansicht bei schwacher Vergrösserung zu zeigen pflegen, angenommen. Dazwischen aber finden sich andere ungleich grössere Gebilde, Riesenzellen *r z*. Dieselben besitzen im Allgemeinen eine spindelförmige Gestalt und bewirken da, wo sie gelegen sind, ein ihrer Grösse entsprechendes Auseinanderweichen der Fibrillencylinder. So können Letztere an jungen Sehnen nicht so gradlinig von oben nach unten verlaufen, wie sie dies an erwachsenen Sehnen thun; sie müssen vielmehr fortwährend ihre Configuration ändern. Deshalb muss auch an Querschnitten junger Sehnen jede neue Querschnittsebene ein neues Bild der sternförmigen Figuren darbieten. Ich habe an Thieren, die mehrere Wochen alt waren, bei Gold- oder Hämatoxylinbehandlung diese Riesenzellen niemals vermisst. Dagegen kann ich sie auf einem Präparat, dass demselben Rattenschwanze entnommen ist, von dem Fig. 14 einen Querschnitt darstellt, im Längsschnitt nicht finden. Dieses Präparat war wie gewöhnlich mit Carmin behandelt. Ich bilde es deshalb in Fig. 17 besonders ab, weil es durch den Mangel von Riesenzellen in einem gewissen Gegensatz zu Fig. 16 steht. Es zeigt im Wesentlichen folgende Differenzen von dem entwickelten Längsschnitt Fig. 12. Es ist erstens weit zellenreicher, indem Zelle dicht an Zelle stösst, nicht

Die hellen Massen des Querschnitts Fig. 14, die jungen Fibrillencylinder bestehen zu dieser Zeit schon aus Fibrillen und einer dieselben verbindenden Grundsubstanz. In jedem Fibrillencylinderzug kann man ein fein punktirtes Centrum und eine helle schmale Rindenzone unterscheiden. Die feine Punktirung des Centrums rührt davon her, dass hier schon Sehnenfibrillen in der Grundsubstanz gebildet sind, die in der Rindenzone noch fehlen. Daraus ergiebt sich im Vergleich mit dem fertigen Rattenschwanzquerschnitt (Fig. 10) folgende Genese der drei die erwachsene Sehne constituirenden Elemente, erstens Sehnenfibrillen, zweitens Sehnenzellen, drittens Zellflügel. Was zuerst die Sehnenfibrillen anbetrifft, so entstehen dieselben in der Grundsubstanz durch fibrilläre Metamorphose im Centrum je eines von einem protoplasmatischen Zellring umschlossenen Territoriums der Grundsubstanz. Der Process der Entstehung derselben geht so vor sich, dass im Centrum je eines Grundsubstanz-Territoriums die ursprünglich schleimgewebsartige Beschaffenheit verloren geht und dafür ein feiner Faden auftritt, der eine collagene Beschaffenheit besitzt. Dieser Faden ist die erste Sehnenfibrille. Er bleibt immer unmessbar fein, bleibt immer nur eine Fibrille und wird niemals dicker als eine solche. Rings um ihn herum behält das Gewebe noch seine ursprüngliche homogene Schleimgewebsbeschaffenheit bei. An einzelnen Stellen in der Nähe der ersten Fibrille wiederholt sich der Process der fibrillären Metamorphose der Grundsubstanz. So entstehen die definitiven Sehnenfibrillen oder mit andern Worten, je ein Grundsubstanzterritorium wird später zu einem Fibrillencylinder, und zwar nur zu den Fibrillen und der die Fibrillen verbindenden Kittsubstanz eines solchen, während die Fibrillencylinderscheiden nicht aus der Grundsubstanz hervorgehen. Die Fig. 14 lässt kaum einen andern Entstehungsmodus der Fibrillen zu. Jede andere Entstehungsart, als die durch fibrilläre Metamorphose der Grundsubstanz im Centrum je eines von einem embryonalen Sehnenzellenring umschlossenen Grundsubstanz-Territoriums wird durch folgende Ueberlegung als unwahrscheinlich erwiesen. Gesetzt man wollte die Fibrillen nicht aus der Grundsubstanz, sondern durch Ausläuferbildung resp. fibrilläre Differenzirung der Sehnenzellen

---

blos in der Richtung von oben nach unten, wie es in Fig. 12 auch zum Theil der Fall ist, sondern auch in der Richtung von rechts nach links. Zweitens, die Fibrillencylinder sind noch sehr schwach ausgebildet, man kann sie nur an einer feinen Längsstreifung erkennen, welche das junge primäre Sehnenbündel zeigt. Doch sind sie schon vorhanden, wofür nicht allein der Querschnitt, sondern auch solche Stellen sprechen, wie Fig. 17 *x*. Hier haben sich nämlich die jungen Fibrillencylinder gegen einander so eingeknickt, dass sie in Schräglage zur Ansicht gelangen.

entstehen lassen, so würde damit offenbar nur schwer der Umstand vereinbar sein, dass die Sehnenfibrillen immer im Centrum je eines Grundsubstanz-Territoriums anzutreffen sind und immer von den Zellen durch eine homogene, noch nicht fibrillär-metamorphosirte Schicht der Grundsubstanz getrennt werden. Denn, wenn die Fibrillen wirklich aus den Zellen entstehen würden, so müssen sie doch offenbar Letzteren unmittelbar anliegen. Da aber ein homogener Saum zwischen Fibrille und Zelle existirt, so können die Sehnenfibrillen nicht direct durch fibrilläre Differenzirung des Protoplasmas entstanden sein. Man könnte nun freilich auf zweierlei Weise noch immer die Abstammung der Sehnenfibrillen von Zellen vertheidigen. Einmal nämlich könnte man annehmen, dass das Protoplasma der Zellen sich, wenn Fibrillen gebildet werden sollen, zuerst zu einer homogenen Substanz umformt und dann diese fibrillär zerfällt. Diese Betrachtungsweise wäre aber offenbar identisch mit unserer Behauptung, dass die Fibrillen aus der Grundsubstanz hervorgehen. Denn Niemand leugnet bis jetzt, dass Letztere selbst erst ein Derivat der Zellen ist, mag sie nun durch Ausscheidung aus den Zellen, oder mag sie durch chemische Umsetzung der Randtheile derselben gebildet werden. Es handelt sich aber nicht darum, ob nicht in letzter Instanz auch die Grund- und Zwischensubstanz auf die Zellen zurückzuführen sei, was unzweifelhaft der Fall ist, sondern es handelt sich vielmehr darum, ob die unmittelbaren Vorläufer der Fibrillen Zellen sind, oder ob es die Grundsubstanz ist.

Es ist aber auch noch eine zweite Anschauung möglich, welche die centrale Lage der Sehnenfibrillen erklärt und doch die Fibrillen von den Zellen ableitet. Diese zweite Möglichkeit ist folgende: Es ist ja denkbar, dass von den Sehnenzellen seitwärts fibrilläre Ausläufer abgehen, welche erst eine Strecke weit senkrecht auf die Längsrichtung der Zellreihen in die Grundsubstanz hineindringen und dann im rechten Winkel ihre Richtung ändernd, parallel den Zellreihen im Centrum je eines Grundsubstanz-Territoriums verlaufen. Hierdurch würde sicher das oben betonte Factum, dass die Zellen von den Fibrillen immer noch durch einen Grundsubstanzsaum geschieden werden, erklärt sein. In der That hat denn auch die Anschauung, dass die Sehnenfibrillen eigenthümlich gestellte und verlaufende Zellausläufer seien, in der von Krause aufgestellten Inoblastenlehre ihren Ausdruck gefunden. Ich gebe zu, dass Bilder von fibrillären Ausläufern der Sehnen- resp. Bindegewebszellen, wie sie Krause abbildet, vorkommen; aber diese fibrillären Ausläufer der Zellen sind nicht collagener Natur, sondern es sind ganz dünne Protoplasmafäden. Wäre die Krause'sche Ansicht richtig, so würde schwer erklärlich sein, warum man an noch so feinen Längs- und

Querschnitten Nichts von dem seitlichen Abbiegen der Sehnenfibrillen von den Zellreihen wahrnehmen kann und warum Nichts von der doch theoretisch nothwendigen Verlaufsänderung und Knickung in der Richtung der Fibrillen wahrzunehmen ist. Auch würde sich mit der Krause'schen Annahme die grosse Regelmässigkeit im Verlaufe der Sehnenzellreihen, sowie der meistens geradlinig von einem Ende der Sehne bis zum andern gerichtete Zug der Fibrillencylinder nicht vertragen. Die Sehnenzellen sind an guten Präparaten häufig ganz regelmässig in Längsreihen gestellt, eine Zelle dicht hinter der andern. Wo man diese Regelmässigkeit der Anordnung vermisst, hat man es sicher nicht mit normalen Präparaten zu thun. Den Sehnenzellenreihen entsprechend verlaufen auch die Fibrillencylinder schnurgerade von einem Ende der Sehne zum andern, und haben dabei auf grosse Strecken gleichbleibendes Kaliber. Am besten überzeugt man sich übrigens von diesem Factum an Zerzupfungspräparaten, wie Fig. 18 ein solches darstellt. Diese Figur ist einer gut gespannten mit Goldchlorid gefärbten Rattenschwanzsehne entnommen. Zur Darstellung des Präparats, welches der Fig. 18 zu Grunde liegt, wurde ein Stück eines primären Sehnenbündels vorsichtig unter Glycerin so mit zwei ganz feinen Nadeln auseinandergezogen, dass es nur in seiue Fibrillencylinder *fc* zerfiel. Verfährt man ganz vorsichtig, so gelingt es, die Fibrillencylinder auf grosse Strecken intact zu erhalten, und man kann sich auf das schönste von ihrem geradlinigen Verlauf überzeugen. Verfährt man dagegen irgend wie unvorsichtig, so reisst man die einzelnen Fibrillencylinder an und sie zerfasern sich in ihre Fibrillen, wie dies Fig. 19 am oberen Ende darstellen soll. Die Thatsache, dass es gelingt, unversehrte Fibrillencylinder auf so lange Strecken zu erhalten, wie Fig. 18 sie darstellt, lässt sich nicht mit der Krause'schen Imoblastenlehre vereinigen. Es bleibt daher nichts anderes übrig, als die Sehnenfibrillen aus einer Metamorphose der Grundsubstanz herzuleiten.

Mit der durch das Wachsthum des ganzen Körpers bedingten Zunahme des Querdurchmessers der Fibrillencylinder, werden die ursprünglich zusammenhängenden embryonalen Sehnenzellen immer mehr und mehr von einander getrennt und bleiben schliesslich nur noch durch dünne Protoplasmastrassen miteinander verbunden. Diese Protoplasmastrassen sind die Anlage der Zellflügel (Waldeyer, Fibrillencylinderscheiden u. s. w.). Zugleich differenzirt sich der der Grundsubstanz anliegende Theil des Protoplasmas der Zellen zur elastischer Substanz. Auch die dünnen Protoplasma-Verbindungsfäden zwischen den einzelnen Zellen nehmen die Natur elastischer Fibrillencylinderscheiden an; dadurch erhalten Zellflügel und Zellplatten ihren definitiven Charakter.

Das Protoplasma der Verbindungszüge zwischen den einzelnen embryonalen Sehnenzellen erhält sich nur noch an denjenigen Punkten, wo die den Fibrillencylinderscheiden aufsitzenden isolirten elastischen Streifen an der erwachsenen Sehne vorhanden sind. Man könnte der Ansicht sein, dass auch die Zellflügel und die elastischen Zellplatten ebenso wie die Sehnenfibrillen aus der Grundsubstanz hervorgehen. (Kollmann, M. Schulze's *Archiv* 1876). Dem gegenüber ist das wohl jedem Bearbeiter der Sehne bekannte Factum hervorzuheben, dass sich die Zelle mit sammt ihrer Grundplatte auf Zerzupfungspräparaten ohne Schwierigkeit von den Fibrillencylindern trennen lässt. Wäre die Zellplatte ein Produkt der Grundsubstanz, so müsste sie beim Zerzupfen nicht an dem Zellprotoplasma zurückbleiben, sondern letzteres müsste frei und ohne Zellplatte zur Ansicht gelangen.

Die aus dem Vergleich der Querschnittsbilder 14 und 10 indirect erschlossene Genese der Sehnenbestandtheile wird durch Fig. 15, welche ein intermediäres Stadium der Sehenbildung darstellt, ausser Zweifel gesetzt. Das Präparat ist einem Kaninchenembryo von ca. 70 ^{mm} Körperlänge entnommen [1] und stellt einen Querschnitt durch eine stark entwickelte Sehne bei Schieck Ocl. 0. Object 9. *a. i.* (*et*) dar. Hier erkennt man schon deutlich das typische Bild der fertigen Sehne. Man kann Fibrillen, Grundsubstanz und Sehnenzellen mit Haupt- und Nebenplatten und Zellflügeln unterscheiden. Auch Verdickungen in der Fibrillencylinderscheide, die als elastische Streifen anzusprechen sind, sind bereits vorhanden. Die Fibrillencylinder sind auf Fig. 15 weiss gelassen und die Querschnitte der Fibrillen selbst darin nicht angegeben. Sie sind nur an dem Punkte x, wo sie auf dem Präparat besonders deutlich waren, eingezeichnet. Die Fibrillencylinder sind im Vergleiche mit Fig. 14 bedeutend nach allen Dimensionen gewachsen und sie haben dadurch die protoplasmatische Zellenmasse, die im vorigen Stadium noch aus dicken unter einander verbundenen Strängen bestand, auf einzelne Knotenpunkte mit nur ganz dünnen Verbindungsfäden reducirt. Die elastischen Streifen sind als verhältnissmässig grobe Punkte *es* zu erkennen. Sie sind die protoplasmatisch gebliebenen Reste der ursprünglich über- und untereinander verbundenen Zellenleiber, welche durch die Entwicklung der Fibrillencylinder auseinander getrieben worden sind.

[1] Derselbe befand sich noch ca. 5 Tage vor der Geburt (70 ^{mm} Länge). Trotzdem waren die Sehnen dieses Kaninchenembryo wenigstens zum Theil bedeutend weiter entwickelt, als die in Fig. 14 dargestellten Sehnen, wenngleich Letztere einer neugeborenen Ratte angehören. Es geht daraus hervor, dass die Kaninchen mit bedeutend besser entwickelten Sehnen geboren werden als die Ratten.

Die soeben gegebene Darstellung der Entwicklung der Sehne differirt namentlich in einem Punkte von der bisher gebräuchlichen Lehre, wie sie hauptsächlich von Boll herrührt. Letztere findet ihren Schwerpunkt darin, dass die Fibrille nicht aus fibrillärer Verdichtung der Grundsubstanz, sondern aus einem faserigen Zerfall des Zellprotoplasma hergeleitet wird. Boll stützt sich dabei auf Präparate, die eine directe Auffaserung der beiden Enden der embryonalen Bindegewebszellen in Fibrillen zeigen. Ich kann die Richtigkeit dieser Präparate bestätigen. Ich habe vielfach Bilder, ähnlich den von Boll gezeichneten erhalten. Ich glaube sie aber anders deuten zu müssen. Die Fasern an den Enden der Zellen sind nicht die Vorläufer der Fibrillen, sondern vielmehr die Anlage der Fibrillencylinderscheiden (Zellflügel anderer Autoren).

Meine gesammte Bindegewebsanschauung nähert sich bedeutend der neuerdings von Kollmann (Bindesubstanz der Acephalen. M. Schulze's *Arch.* Bd. XIII und *Centralblatt* 1876) vertretenen. Mit Kollmann stimme ich in der Genese der Fibrillen aus der Grundsubstanz und in der Persistenz des ursprünglich das ganze Bindegewebe ausmachenden embryonalen Schleimgewebes als Kittsubstanz zwischen den fertigen Sehnenfibrillen überein. Dagegen differire ich insofern mit dem Münchener Forscher, als Kollmann auch die Zellflügel und Zellplatten aus der Grundsubstanz herleitet, während ich sie als metamorphosirtes Zellprotoplasma auffasse.

Ich gehe jetzt zur nähern Betrachtung des letzten Bestandtheiles der Sehne, nämlich der Kitt- oder Grundsubstanz über, die auf Querschnitten bekanntlich als eine homogene Masse zwischen den fein punktirten Durchschnitten der Sehnenfibrillen erscheint. Diese Kittsubstanz hat insofern das Interesse der Histologen erregt, als man in ihr gewisse Canäle eingegraben sein lässt, welche der Saftleitung dienen und in welcher die Zellen gelegen sein sollen. Einige Autoren geben an, dass die Zellen das Lumen der Canäle ganz einnehmen, andere lassen sie nur einen Theil desselben ausfüllen. Die Function der Canäle als saftleitende Bahnen will man durch die Combination von Silberbildern und Injectionsresultaten eruirt haben. Ich habe schon in meiner ersten Arbeit Silberbilder von Sehnen abgezeichnet und die Bedenken, die gegen deren Deutung als Saftcanälchen im Sinne von v. Recklinghausen erhoben werden können, betont. Heute will ich die ungleich wichtigeren Bedenken, die aus Injectionsresultaten gegen die Saftcanälchen-Theorie geschöpft werden müssen, besprechen und wähle zur Erläuterung des hier Auszuführenden die Figuren 3, 4, 5 und 11, die sämmtlich der vermittelst der Einstichsmethode injicirten Achillessehne eines erwachsenen Kaninchens entnommen sind. Dieselbe war durch Durchziehen eines Fadens und 24stündiges Liegenbleiben desselben in einen leichten Ent-

zündungszustand versetzt, der für das Gelingen der Injection sich vortheilhaft erwies.

Fig. 3 zeigt bei schwacher Vergrösserung einen Querschnitt durch die ganze Achillessehne. *lm* sind die blassen, *rm* die rothen im Innern der obern Partien der Achillessehne gelegenen Muskelfasern. *ns* sind die zum Theil mit blauen Injectionsstrassen durchsetzten Nervenstämme, *gp* das Gefässpacket, *fg* das Fettgewebe. Man sieht die blaue Injectionsmasse in folgender Vertheilung: Zuerst umgiebt sie ringförmig den ganzen äussern Rand der Achillessehne (*s. l. s*) und dringt von da aus in feinen Strassen in das Gefässpaquet *gp*, in die Nervenstämme *ns*, in die rothen Muskeln *rm* und in die blassen *bm*, sowie in das Fettgewebe *fg*. Ferner werden die einzelnen Septa zwischen den primären Sehnenbündeln *pl* ebenfalls durch Injectionsmasse blau gefärbt.

An derjenigen Stelle, an der auf Figur 3 der Stern steht, befindet sich mitten in dem primären Sehnenbündel selbst eine Injection der sternförmigen Figuren des Sehnenquerschnitts. Eine etwas stärkere Vergrösserung dieser Stelle ist auf Figur 4 dargestellt. Der starke links die Figur 4 begrenzende blaue Saum *pl* entspricht demjenigen rings um die Sehne gelegenen Raum, der auch auf Figur 3 mit denselben Buchstaben bezeichnet ist. Von hier aus erstrecken sich linienförmige Züge von Injectionsmasse zwischen die Fibrillencylinder hinein und füllen Räume zwischen demselben aus. Sie bilden hierbei dieselben sternförmigen und anostomisirenden Figuren, welche, wie bekannt, schon an uninjicirten Sehnen (z. B. an dem in Fig. 10 abgebildeten Querschnitte durch ein primäres Sehnenbündel aus dem Rattenschwanz) zu sehen sind. Dieselben Figuren sind in neuester Zeit von Herzog,[1] der unter Schwalbe's Leitung arbeitete, ebenfalls injicirt, beschrieben und abgebildet worden, und auch Tillmanns hat sie neuerdings dargestellt. (M. Schulze's *Arch.* Bd. 12. Taf. 30. Fig. 6). Ausserdem haben noch Krause und v. Wittich die Räume injicirt. Eine Vergleichung der Herzog'schen Fig. 2 mit meiner Fig. 4 ergiebt die vollständige Identität beider Abbildungen. Es umschliesst in beiden Fällen (bei Herzog und bei mir) die Injectionsmasse länglich viereckige und rhombische geradlinig begrenzte Maschen von sehr wechselnden Grössendimensionen.[2]

---

[1] Herzog, Ein Beitrag zur Kenntniss der Structur der Sehnen. *Zeitschrift für Anatomie und Entwickelungsgeschichte.* I. Band. 3—4. Heft. 1 Tafel. pag. 290—297.

[2] Letztere sind auf Fig. 4 links und oben bei *y* weit beträchtlicher, als rechts und unten bei *x*. Bei *z* unten in der Figur sind schon die blauen Strassen, welche das Muskelgewebe einfassen, gezeichnet. Die Dimensionen der Maschen bei *y* sind im grössten Durchmesser ca. 40 ^{m}, im kleinsten Durchmesser ca. 20 ^{m}, bei *x* ca. 5 ^{m} nach jeder Direction.

Dieser Wechsel in der Breite der umschlossenen Maschen ist charakteristisch und wird in derselben Weise auch in der Abbildung von Herzog bemerkt. Auf meinem Präparat kann man ganz deutlich den Zusammenhang der Netze und der das ganze primäre Sehnenbündel umhüllenden Injectionsmasse bei *c* erkennen. Eine Längsansicht der injicirten Sehnenzellen zeigt sich Fig. 11. Diese Figur stellt ein Donders'sches Band von einem sehr dicken Sehnenquerschnitt mit injicirten sternförmigen Figuren dar. Es ist dieselbe Achillessehne vom Kaninchen, von der auch Fig. 3, 4 und 5 genommen ist. Die Figuren, die auf dem Querschnitt Fig. 3 in Sternform erschienen, präsentiren sich hier auf dem Längsschnitt als einfache dunkelblaue Längslinien *l*, die dazwischen gelegenen etwas heller gefärbten Stellen entsprechen der Peripherie der Fibrillencylinder.

Es erscheint sehr verlockend, aus dem beschriebenen Befund mit Herzog und Krause den Schluss zu ziehen, dass die sternförmigen Figuren durch die Injection mit Sicherheit als Saftlücken demonstrirt seien. Denn, wird man sagen, wäre die Deutung der sternförmigen Figuren als verzweigte Protoplasmakörper richtig, so könnten dieselben nicht injicirbar sein. Die Zellen sind ja nach der herrschenden Theorie solide Protoplasmaklumpen und können also als solche überhaupt nicht injicirbar sein. Nun sind aber hier die sternförmigen Figuren in der That injicirt. Folglich, so werden die Meisten folgern, können die sternförmigen Figuren keine Zellen sein. Mithin müssen Räume zwischen den Fibrillencylindern existiren, in welche die Injectionsmasse hat hineindringen können und in diesen Räumen, die den sogenannten Saftcanälchen im Sinne von Recklinghausen's entsprechen, müssen auch die Sehnenzellen gelegen sein. So sehr man geneigt ist, a priori diesem Raisonnement zuzustimmen, so wenig darf doch verhehlt werden, dass auch ein anderer Schluss möglich ist. Injectionsbilder können leicht täuschen, wenn man nämlich Infiltrationen statt Injectionen vor sich hat und sich den Unterschied zwischen Beiden nicht jedesmal durch die Untersuchung mit starken Systemen vergegenwärtigt. Hat man einige Male vermittelst der Einsichtsmethode injicirt, so überzeugt man sich leicht, dass bei diesem Verfahren die Injectionsmasse nicht immer blos den natürlichen Lücken zwischen den einzelnen Gewebselementen folgt, sondern auch unter Umständen die Neigung hat an Orten, wo sich locker gewebte Theile zwischen festgewebten hineinschieben, diese locker gewebten zu infiltriren. So färbt sie besonders gern und leicht die feinen Plättchen lockeren Bindegewebes zwischen den Muskelfasern oder zwischen den einzelnen Abtheilungen einer traubenförmigen oder schlauchförmigen Drüse. Sie folgt dabei nicht blos den zwischen den erwähn-

ten Elementen natürlich vorkommenden Spalten, sie färbt vielmehr auch die eigentlichen in den Spalten gelegenen weniger resistenten Gewebselemente. Besonders leicht tritt dies ein, wenn Einstichsinjectionen in Theile gemacht werden, welche sich in einem gelinden Entzündungszustand befinden, (wie er z. B. durch das Durchziehen eines Fadens und das 24stündige Liegenbleiben desselben erzeugt wird). Die Injectionsmasse fliesst eben dahin, wo ihr am wenigsten Widerstand entgegengesetzt wird. Wenn sie keinen natürlichen Weg findet, so bahnt sie sich einen künstlichen, indem sie die weicheren Gewebselemente als Leitstrassen benutzt. Injectionen lehren daher nicht immer, wo sich präformirte Lymphstrassen befinden, sie zeigen vielmehr nur die Wege an, wo post mortem am Leichtesten Flüssigkeit durchdringen kann. Für die Erkenntniss dessen, was man überhaupt aus Injectionen folgern darf, ist es nicht unwichtig, sich dieses Umstandes wohl bewusst zu werden. Ich schlage deshalb vor nur das Injection zu nennen, was wirklich eine Füllung präformirter Canäle ist; mit dem Namen Infiltration dagegen solche Zustände zu belegen, in denen eine gefärbte Leimmasse bei ihrem Eindringen in ein aus verschieden dichten Elementen zusammengesetztes Gewebe vorzugsweise den minder resistenten lockeren Partien gefolgt ist und diese dadurch gefärbt erscheinen, dass sie dem Eindringen der blauen Farbe weniger Widerstand boten als ihre Umgebung.

Ich bin nun der Meinung, dass auch die Füllung der sternförmigen Sehnenfiguren mit blauen Linien (Fig. 4) nicht von einer Injection, sondern von einer Infiltration herrühre. Diese Meinung habe ich durch die Untersuchung des Präparats (Fig. 4) mit starker Vergrösserung erhalten. Hierbei sieht man nämlich, dass die Injectionsfiguren an ihren Rändern etwas Undeutliches und Verschwommenes haben und nicht ganz scharf begrenzt hervortreten. Meistens ist das angrenzende Gewebe auch noch ein wenig mit blauer Farbe infiltrirt. Die Ränder der Figuren sind selbst auf ganz dünnen Schnitten nicht glatt. So scharf begrenzte Ränder, wie sie Tillmanns l. c. und Herzog l. c. zeichnen, habe ich nicht gesehen. Dass diese Meinung richtig ist, dass nämlich die Injectionsmasse in der That mit Vorliebe denjenigen Stellen folgt, an denen lockeres Gewebe durch festeres hindurchzieht, das kann auch durch Fig. 5 illustrirt werden.

Diese Figur ist der Stelle Fig. 3 *fb* entnommen, an der die die Sehne umhüllenden Sehnenscheide besonders stark entwickelt ist. Es sind hier zahlreiche Fibrillencylinder (Fig. 5 *fc*) in die Sehnenscheide eingewebt. Sie ziehen parallel der Längsachse der Sehnen von unten nach oben und sind daher auf einem Querschnitt durch die Sehnen eben-

falls quer getroffen. Sie formiren zahlreiche Plättchen, so dass das die Sehne umhüllende Bindegewebe, an dieser Stelle aus mehreren parallel neben einander gelegenen, durch Lymphspalten getrennten Häutchen zusammengesetzt ist, welche durch lockere interstitielle Züge vereinigt werden. Bei Gelegenheit der in Rede stehenden Injection sind nicht blos die Lymphspalten, sondern auch die lockern Zellplättchen selbst vollständig mit Berlinerblau infiltrirt und tauchen letztere nun aus dem rothgefärbten (in Fig. 5 weiss gelassenen) Grunde als blaue dicke, sich in geschwungenen Linien netzförmig verbindenden Strange hervor, während die in die Zusammensetzung der Plättchen eingehenden Bindegewebszellen und deren Kerne bei *k* als rothe Punkte sichtbar sind. Es handelt sich hier offenbar um denselben Vorgang, der an der Sehne Fig. 4 die sternförmigen Sehnenzellenquerschnitte blau gefärbt hat, nämlich um eine Infiltration desjenigen Theiles, der am wenigsten Widerstand leistete.[1] Nur die Fibrillencylinder selbst sind nicht mit Lein infiltrirt und erscheinen deshalb weiss.

Die Thatsache, dass die Blaufärbung der sternförmigen Sehnenzellenquerschnittsbilder nur als Infiltration gedeutet werden darf, ergiebt in Bezug auf die Saftströmung in der Sehne, dass für dieselben die sternförmigen Figuren nicht als Saftlücken oder Saftcanäle angesprochen werden dürfen. Die Lymphe hat präformirte Bahnen nur bis an die Peripherie des primären Sehnenbündels, im Innern des letzteren existiren keine vorgebildeten Saftwege. Ich sehe bei der Dünne eines primären Sehnenbündels keine Schwierigkeit in dem Umstande des Fehlens der letzteren. Befindet sich ja doch die Sehne in fortwährender Bewegung und kann somit fortwährend an ihrer ganzen Peripherie von dem in jedem Augenblick wechselnden Inhalt des peritendinösen Lymphraumes umspült werden.

In einer vor Kurzem erschienenen Arbeit über das elastische Gewebe hat Schwalbe sich ebenfalls mit der Frage nach der Saftströmung in Bindesubstanzen beschäftigt, (G. Schwalbe, Beiträge zur Kenntniss des elastischen Gewebes. *Zeitschr. f. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte.* II. 374).

Schwalbe kommt in Bezug auf die Saftströmung im Nackenband zu demselben Resultate wie ich. Er sagt: „Die elastischen Fasern werden durch eine der interfibrillären Substanz des Bindegewebes vergleich-

[1] Auch die Färbung eines Theiles der um die ganze Sehne sowohl, als um die primären Sehnenbündel herumgelegenen Räume *sls* u. *pl* (Fig. 3), scheint auf dem gleichen Vorgange der Infiltration zu beruhen. Doch ist nicht zu leugnen, dass diese Räume namentlich an der Aussenfläche der Sehne eine sehr scharfe Begrenzung haben, also zum Theil wohl wirklichen Lymphspalten entsprechen.

bare homogene Masse zusammengehalten, in der keine wohl abgegrenzten Saftcanälchen ausgegraben sind.“ Für die Sehne dagegen huldigt Schwalbe, gestützt auf die Injectionen seines Schülers Herzog, der Annahme der Existenz von Saftcanälchen. Dem gegenüber muss darauf hingewiesen werden, dass Herzog es mit Infiltrationen zu thun gehabt hat, die er für Injecticnen gehalten hat. Da also das primäre Sehnenbündel der Saftlücken entbehrt, so ergiebt sich für das gesammte fest geformte Bindegewebe des Körpers (Sehnen und elastisches Nackenband) folgendes allgemeines Schema der Saftströmung: Das Blutserum tritt aus den Blutgefässen direct in die Interstitialspalten der interparenchymatösen lockeren Bindegewebes-Lamellen, die das Tendilemma und die Sehnenscheide, sowie die Zwischenzüge des Nackenbandes constituiren. Es passirt dabei per diffusionem an allen Stellen die Wand der Blutgefässe, vorzüglich leicht aber an den Grenzen zwischen den Endothelien der Gefässwände (Thoma). Das Blutserum gelangt von den Gefässen aus sofort in die vielen feinen Spalten zwischen den Membranen und Balken des interparenchymatösen Bindegewebes und findet hier in Folge der überall offenen Communication dieser Spalten für seine weitere Verbreitung nach allen Regionen die geeignetste, anatomische Einrichtung. Indem lockeres Interstitialgewebe in Form der Einstülpungen des Tendilemmas zwischen den einzelnen primären Abtheilungen in das Innere der Sehne gelangt, transportirt es zugleich Blutgefässe mit in das Innere der Sehne hinein. Aus diesen intratendinösen Gefässen diffundirt das Blutserum sofort in den Contactspalt zwischen primärem Sehnenbündel und Tendilemma. Im Innern des primären Sehnenbündels selbst passirt die Lymphe weder Saftcanälchen, noch eigene vasa serosa, noch sternförmige Bindegewebszellennetze, da hier keine präformirten Lymphwege existiren. Die Lymphe fliesst, nachdem das Geschäft der Gewebsernährung besorgt ist, durch Diffusion durch die Wandung in die eigentlichen Lymphgefässe und gelangt von diesen endlich in den Ductus thoracicus. Um Schwalbe's Schreibweise zu gebrauchen, stelle ich folgendes Strömungsschema der Lymphe für die Sehne auf:

1) Blutgefässe;

2) interparenchymatöse Bindegewebsspalten und Contactspalten zwischen Tendilemma und primärem Sehnenbündel;

3) Lymphgefässe.

Das vorliegende Manuscript war im März v. J. bereits bis auf die jetzt neu hinzugekommenen Literaturangaben des letzten Jahres vollendet. Durch äussere Umstände wurde die Revision des druckfertigen

Manuscripts bis jetzt verhindert. Nun finde ich in dem im Juni 1876 erschienenen *Jahresbericht über die anatomische Literatur des Jahres* 1875 (Virchow u. Hirsch) ein Referat über eine in schwedischer Sprache erschienene Sehnenarbeit von Axel Key und Retzius, wonach diese Autoren mit Bezug auf die Sehnenzellen und das fachbildende Fasciengewebe in einzelnen Punkten zu denselben Resultaten gekommen zu sein scheinen, zu denen auch ich gelangte. Ich brauche dem gegenüber, was sich übrigens schon aus dem Vergleich meiner Abbildungen mit denjenigen der schwedischen Forscher ergiebt, wohl nicht ausdrücklich zu versichern, dass ich vollständig unabhängig und gänzlich unbekannt mit den Resultaten von Key u. Retzius meine Untersuchungen angestellt habe.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Querschnitt durch den enthäuteten Schwanz einer erwachsenen Ratte, Schieck Ocl. 0. Obj. 0. *e s.* *k* Wirbel. *m* Muskel. *fg* Fettgewebe. *α β γ* Sehnenbündel, an denen durch excessive Fettbildung die Umscheidung durch das fachbildende Fasciengewebe nicht deutlich ist. 1, 2, 3, 9, 11 secundäre Sehnenbündel, die aus 1, 2, 3, 9, 11 primären Sehnenbündeln zusammengesetzt sind. *e f g h* die Ecken des Knochens, von denen das fachbildende Fasciengewebe *fc* entspringt. *a b c d* die 4 Ecken des Wirbels. *s* Sehne. *l* Theilungsstelle des fachbildenden Fasciengewebes in 2 nach entgegengesetzten Seiten gerichtete Abtheilungen. *n* Nerv.

Fig. 2. Stück des Querschnittes. Fig. 1 stärker vergrössert. *k* Knochen. *p* periostaler Antheil des fachbildenden Fasciengewebes. *kn* Knorpel. *fs* Fascia superficialis. *m* Muskeln. *n* Nerven. *fg* Fettgewebe. *ll* Punkt, wo zwischen fachbildendem Fasciengewebe und Tendilemma sich ein Lymphraum befindet. *a b c d* die 4 Ecken des für das Bündel gebildeten Faches.

Fig. 3. Querschnitt durch die Achillessehne eines Kaninchens mit injicirten ringförmigen Lymphräumen und Farbstoffinfiltration bei schwacher Vergrösserung. Schieck Ocl. 0. Obj. I. eingeschobener Tubus. *sl* secundärer Lymphraum, viele primäre Fibrillencylinder umfassend. *pl* primärer Lymphraum zwischen je 2 primären Fibrillencylindern. *bm* blasse Muskeln. *rm* rothe Muskeln. *ns* Nervenstamm. *gp* Gefässpaket. *fg* Fettgewebe. * Stelle in Fig. 4 abgebildet, wo die Injection die sternförmigen Figuren zwischen den Fibrillencylindern gefüllt hat.

Fig. 4 stellt das mit einem Stern ausgezeichnete Stück des in Fig. 3 abgebildeten Querschnittes durch die Achillessehne bei starker Vergrösserung dar. Schieck Ocl. o. Obj. 7 eingeschobener Tubus. *pl* primärer Lymphraum, ein primäres Sehnenbündel begrenzend. Die Injectionsmasse desselben ist in die Saftlücken zwischen den Fibrillencylindern gedrungen und hat bei *y* grössere und bei *x*

kleinere Fibrillencylinder umflossen, bei *z* ist sie zwischen die einzelnen Muskelfasern, welche dicht an das primäre Sehnenbündel nach unten grenzen, eingedrungen und hat das zwischen denselben liegende lockere Bindegewebe infiltrirt resp. sich in den Räumen zwischen den einzelnen Muskelfasern weiter verbreitet. *rk* die Durchschnitte durch die Ranvier'schen Sehnenzellen.

Fig. 5. Querschnitt durch ein Stück der Sehnenscheide der Achillessehne von Kaninchen. Die Sehnenscheide besteht hier aus vielen von oben nach unten verlaufenden Fibrillencylindern *fc*, welche auf einem Querschnitt natürlich quer getroffen sind. Sie werden zusammengehalten durch Massen lockeren Bindegewebes, *lb*, welche sich bei Gelegenheit einer Lymphinjection mit blauer Farbe infiltrirt haben. *k* sind die Kerne der in dem Gewebe gelegenen Bindegewebszellen. Schieck ocl. 0. Obj. 3.

Fig. 6. Flächenansicht der Ranvier'schen Sehnenzellen. Schieck ocl. 0. Obj. 9 *a. i.* (*e t*). *fc* Fibrillencylinder. *v* Vacuole, bewirkt durch den Zusatz wässeriger Reagentien, mit Kernsaft gefüllt. *Rk* Ranvier'sche Zelle. *s* Zwischenraum zwischen 2 Ranvier'schen Zellen, in dem das von Protoplasma unbedeckte Stück der Fibrillencylinderscheide zu Tage tritt.

Fig. 7. Ranvier'sche Zelle isolirt. Schieck Ocl. 0. Obj. 9 *a. i.* (*et*). *a* umgeschlagenes Stück einer protoplasmafreien Stelle der Fibrillencylinderscheide. (Zellflügel Waldeyer).

Fig. 8. Isolirte Tendilemmazelle. Schiek Ocl. Obj. 9 *a. i.* (*e t*).

Fig. 9 a u. b. *z* Zellenreihen aus dem Längsschnitt Fig. 12, an denen das Wandern des elastischen Streifens erkennbar ist. *a* bei hoher, *b* bei tiefer Einstellung.

Fig. 10. Querschnitt durch ein Stück eines primären Bündels einer Rattenschwanzsehne. Schieck Ocl. 0. Obj. 9 *a. i.* (*e t*). *rz* Ranvier'sche Körperchen. *fc* Fibrillencylinderscheide (Zellflügel Waldeyer). *x* Zellen, deren Nebenplatte noch mit secundären, tertiären, quaternären Nebenplatten besetzt sind. *y* terminale Protoplasmaleiste eines unpaaren, in das Innere eines Fibrillencylinders gerichteten Fortsatzes einer Fibrillencylinderscheide. Auf dieser Figur sind die Querschnitte der Fibrillen selbst fortgelassen.

Fig. 11. Längsschnitt durch eine vermittelst Einstichs injicirte Sehne eines Rattenschwanzes, wie derselbe sich darstellt, wenn aus einem dicken Querschnitt ein Donders'sches Band sich gebildet hat. Schieck Ocl. 0. Obj. 3. *e t.*

Fig. 12. Längsschnitt durch ein primäres Rattenschwanzbündel. Schieck Ocl. 0. Obj. 7. *e t.* *y* terminaler Faden einer Reihe von Sehnenkörperchen. *Z y' es y* Axiale Zellreihe. *l* Lücke zwischen Tendilemma *t* und der Oberfläche des primären Sehnenbündels. *RZ* Ranvier'sche Zellen von der Fläche gesehen. *α* Ranvier'sche Zellen von der Kante gesehen. *e' s'* isolirte elastische Streifen. *y'* Stelle, wo eine Längsreihe Ranvier'sche Sehnenzellen sich verdünnt, um davor und darnach wieder anzuschwellen. *es* elastische Streifen.

Fig. 13. Ranvier'sche Zellen auf einem Schrägschnitt. Sie repräsentiren die Formen, die Waldeyer in Max Schulze's *Archiv* Bd. XI beschrieben hat. *a* Zellen, an denen die Nebenplatten an 2 entgegengesetzten Enden der Zellen entspringen. *yy zz* Zellpaare, an denen der elastische Streifen in derselben Ebene entspringt.

Fig. 14. Querschnitt durch den Schwanz einer neugebornen Ratte. Schieck Ocl. 0. Obj. 9 *a. i.* (*e t*). *ps* primäres Sehnenbündel. *T* Tendilemma. *pt* fachbildendes Fasciengewebe.

Fig. 15. Querschnitt durch eine stark entwickelte Sehne eines Kaninchenembryo von 40 mm Körperlänge. *y* embryonale Sehnenzelle mit Kern. *ls* terminalelastischer Streifen. *x* Sehnenfibrillen im Querschnitt, an einer Stelle, wo dieselben im Präparat besonders deutlich waren. Schieck Ocl. 0. Obj. 9 *a. i.* (*e t*).

Fig. 16. Stück eines primären Sehnenbündels von einer jungen Ratte. Goldchlorid-Glycerin. *rz* Riesenzellen von sehr ungleicher Grösse, charakteristisch für ganz junge Sehnen. *fc* Fibrillencylinder. *t* Tendilemma.

Fig. 17. Längsschnitt durch ein primäres Sehnenbündel desselben Rattenschwanzes, aus dem Fig. 14 den Querschnitt darstellt. Schieck Ocl. 0. Obj. 7. *e t.* *x* Stelle an der bei der Präparation eine Knickung des primären Sehnenbündels stattgefunden hat, sodass die jungen, embryonalen, sonst kaum sichtbaren Fibrillencylinder sich schräg gegen einander stellen und dadurch sichtbar werden.

Fig. 18. Stück eines primären Sehnenbündels einer Ratte, das mit Goldchlorid gefärbt wurde. Das Bündel wurde unter Glycerin vorsichtig zerzupft, so dass die Fibrillencylinder *fc* dabei erhalten wurden. *fk* stellt die Ranvier'schen Körperchen vor. Das Tendilemma ist von der Figur weggelassen, weil es theilweise abgerissen war. Würde man weniger vorsichtig zerzupft haben, so würde man leicht die Fibrillencylinder eingerissen haben und man würde anstatt drehrunder Cylinder, die dieselben constituirenden feinen Bindegewebsfibrillen, wie sie Rollet demonstrirt hat, erhalten.

Fig. 19 stellt einen solchen angerissenen Fibrillencylinder dar. *bf* sind die die Fibrillencylinder constituirenden Sehnenfibrillen. *fc* ist der intact gebliebene Theil des Fibrillencylinders. *s* die Stelle, an der beim Zerzupfen die Nadel den Fibrillencylinder anriss.

Zur Lehre vom Knochenwachsthum.

Versuche über Hemmung des Längenwachsthums durch Exstirpation des Intermediärknorpels.

Von

Dr. H. Helferich,

Assistent an der chirurgischen Klinik zu Leipzig.

(Hierzu Tafel IV.)

Seit den eingehenden Untersuchungen von G. Wegner über das normale Längenwachsthum der Röhrenknochen[1] sind über diesen Gegenstand in experimenteller Hinsicht keine wesentlich neuen Beiträge geliefert worden. Das bekannte Stiftexperiment, der sogenannte Hunter'sche Versuch, welchen Wegner in den verschiedensten Modificationen an über 80 Thieren ausgeführt hat, wurde auch von den nachfolgenden Experimentatoren[2] als der wichtigste und entscheidendste Versuch anerkannt. Fast alle Beobachter haben bestätigt, dass Stifte in der Diaphyse, von gewissen Ausnahmefällen abgesehen, ihre Entfernung zu einander mit dem Wachsthum des Knochens nicht ändern, dass sie dagegen in typischer Weise von der Epiphysengrenze abrücken, dass sich endlich Stifte, welche in der Diaphyse und der Epiphyse befestigt sind und den unversehrten Intermediärknorpel zwischen sich fassen, mit dem Wachsen mehr und mehr von einander entfernen. Man hat besonders hieraus den Schluss gezogen, dass die Intermediärknorpel die wichtigsten Beziehungen zum normalen Längenwachsthum haben, ja dass nur von ihnen aus das Längenwachsthum erfolge. Und diese Ansicht steht im Einklange mit

---

[1] Ueber das normale u. pathologische Wachsthum der Röhrenknochen. Virchow's *Archiv*. Bd. 61. S. 44—75.

[2] cf. Haab, Experimentelle Studien über das normale und patholog. Wachsthum der Knochen. *Untersuch. aus dem patholog. Institut zu Zürich.* Heft III, und L. Lotze, *Archiv f. Anatomie, Physiologie etc.* 1876. Heft 3. S. 301.

dem von den Histologen gelieferten morphologischen Nachweis, dass in der That im wachsenden Knochen aus dem wuchernden Intermediärknorpel Knochen entsteht. Dem gegenüber liegen Angaben von Wolff vor,[1] welche eine mit dem Wachsthum der Knochen sich vergrössernde Entfernung der in die Diaphyse eingesenkten Stifte als experimentelle Basis haben und demgemäss auch eine andere Erklärung der Vorgänge bei dem Längenwachsthum hervorrufen. Wolff, der beharrliche Vertreter der Theorie vom sogenannten interstitiellen Knochenwachsthum, nimmt bekanntlich eine Expansion der Diaphyse an, aber in der Weise, dass dieselbe nicht gleichmässig, sondern vorwiegend an den Diaphysenenden stattfinde und allein, ohne jede Betheiligung des Intermediärknorpels, das Wachsthum der Knochen in die Länge bedinge. Der Knorpel trägt nach dieser Ansicht nur insofern zum Wachsthum in die Länge bei, als in der Folge durch die Verknöcherung desselben am Ende der Wachsthumsperiode an seine Stelle eine seiner Dicke entsprechende Knochenschicht tritt.

„Das lange Weichbleiben der Knochen in den Epiphysenlinien ist“ nach Wolff[2] „nichts, als eine Jugendeigenthümlichkeit der Knochen, wie es deren noch viele andere giebt.“ Und wenn Wolff neuerdings auch für das obere Femurende eine „äusserst geringe“ Apposition am Epiphysenknorpel zugiebt, so bleibt er doch im Grossen und Ganzen meines Wissens auf seinen frühern Ansichten bestehen.

Eine solche Verschiedenheit der Ansichten ist auffallend. Es erscheint von Wichtigkeit, ein Probeexperiment zu machen, durch welches die Richtigkeit der einen oder anderen Ansicht bestätigt wird.

Wenn das Längenwachsthum von dem Intermediärknorpel ausgeht, so muss nach Exstirpation desselben das von diesem ausgehende Wachsthum in die Länge aufhören. Geschieht das Längenwachsthum dagegen durch Expansion des spongiösen Diaphysenendes ohne Betheiligung des Intermediärknorpels, so kann die Exstirpation des letzteren nur eine seiner Dicke entsprechende Verkürzung des betreffenden Knochens bewirken; ein völliges Zurückbleiben des betreffenden Knochenendes im Wachsthum kann dann aber nicht statthaben.

Dieser Probeversuch ist von Wegner gemacht worden;[3] aber seine Versuchsthiere gingen an der durch die Operation (vollständige Zerstörung des Intermediärknorpels durch ferrum candens) bedingten Entzün-

[1] *Berliner klinische Wochenschrift.* 1868 u. 1875. Virchow's *Archiv.* 1870 u. 1874.

[2] Virchow's *Archiv.* 1870. Bd. 50. S. 439.

[3] l. c. S. 72.

dung und Eiterung zu Grunde, bevor ein brauchbares Resultat erzielt war. Es erschien daher wünschenswerth, dieses Experiment von Neuem zu machen, um wo möglich nach genügender Lebensdauer der operirten Thiere ein entscheidendes Resultat zu erhalten.

Dass überhaupt zwischen den Knorpelfugen und dem Längenwachsthum der Röhrenknochen wichtige Beziehungen bestehen, darüber liegen schon Beobachtungen am Menschen, wie auch experimentelle Untersuchungen an Thieren vor. Traumatische Affectionen und entzündliche Processe an den Knorpelfugen des Menschen können eine Hemmung des Wachsthums des betreffenden Knochens bewirken. B. v. Langenbeck[1] und Andere haben solche Fälle beschrieben. Namentlich sind es Verletzungen der Intermediärknorpel bei Operationen, welche solche Wachsthumsstörungen nach sich ziehen. Am bekanntesten ist die hochgradige Verkürzung des Femur, welche nach Kniegelenksresectionen bei Kindern eintritt, wenn die untere Knorpelfuge des Femur ganz oder theilweise mit exstirpirt ist.

Neuerdings sind auch mehrere experimentelle Arbeiten über diesen Gegenstand bekannt geworden. So hat Bidder[2] an jungen Kaninchen den oberen Intermediärknorpel der Tibia freigelegt und dann Nadeln hindurchgestossen und liegen gelassen; er hat den Knorpel mit dem Messer durchschnitten, oder ihn von der Diaphyse ganz abgesprengt. Er fand „das Längenwachsthum der Tibia vom Kaninchen von der Integrität des Epiphysenknorpels abhängig.“ In seinen Versuchen erfolgte Verkürzung des betreffenden Knochens; und die Wachsthumshemmung war durch eine Synostose zwischen Epiphyse und Diaphyse bedingt. Weitere experimentelle unsern Gegenstand betreffende Untersuchungen sind in zwei Greifswalder Dissertationen, die unter Leitung von Prof. Vogt verfasst wurden, niedergelegt. Telke[3] hat in 13 Versuchen am Kaninchen verschiedene Stellen der Epiphyse, des Epiphysenknorpels und der angrenzenden Schicht der Diaphyse durch Einlegen von feinen Nadeln gereizt oder mit einem Tenotom subcutan verletzt. Die Folge war fast immer Hemmung im Längenwachsthum; je nach der Lage der gereizten Stelle zeigten sich kleine Unterschiede in den

---

[1] *Berliner klinische Wochenschrift.* 1869. No. 26. „Ueber krankhaftes Längenwachsthum der Röhrenknochen und seine Verwerthung für die chirurgische Praxis.“

[2] *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmacie.* I. S. 248. 1873.

[3] O. Telke, *Experimentelle Beiträge zur Lehre vom Knochenwachsthum.* Dissertation. Greifswald 1874.

Referat in: *Jahresberichte über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie.* Von Hofmann und Schwalbe. IV. S. 99.

erhaltenen Resultaten. Je näher die Reizung des Epiphysenknorpels der Diaphyse zu angelegt wurde, desto sicherer erfolgte neben vollständiger Hemmung des Längenwachsthums auch Hemmung des Dickenwachsthums. Je näher die Reizungen des Intermediärknorpels an seine der Epiphyse zugewandte Grenze verlegt wurden, desto eher erfolgte neben relativ geringer Verkürzung eine Vermehrung des Dickenwachsthums. In der zweiten Arbeit von Thiel[1] werden die Ergebnisse von drei an drei jungen Dachshunden angestellten Experimenten mitgetheilt, die gerade für unsern Gegenstand von Interesse sind. Dem einen Hunde wurde ein Stück aus der Mitte der Diaphyse des r. Radius von 1 cm Dicke, dem zweiten ein gleich grosses Stück vom Diaphysenende mit einer Lamelle des anstossenden Intermediärknorpels, dem dritten der letztere total bis auf sein hinteres Drittel exstirpirt. Es fand sich nach $6^1/_2$ Monaten bei dem ersten Hunde, dass der r. Radius etwa um die Dicke des exstirpirten Stückes kleiner war, nämlich 0·8 cm kürzer. Der r. Radius des zweiten war nach $5^1/_2$ Monaten um 1·9 cm kürzer als der l., nicht operirte; und bei dem dritten Hunde ergab sich an dem operirten Radius nach $8^1/_2$ Monaten, an dem noch lebenden Thiere gemessen, eine Verkürzung von 2·0 cm gegen links.

Es zeigt sich somit, ähnlich wie aus den Versuchen von Bidder, dass nach Verletzung des Intermediärknorpels der betreffende Knochen im Wachsthum etwas zurückbleibt. Allein da die Versuchsoperation an den Vogt'schen Thieren nicht am selben Tage vorgenommen wurde und die bis zur Messung verstrichene Zeit eine verschiedene ist, so sind die Resultate nicht recht vergleichbar.

In der französischen Literatur finden sich einige Angaben von Ollier[2] über unsern Gegenstand. Er hat an zwei zweimonatlichen Kaninchen die totale Exstirpation des untern Intermediärknorpels von radius und ulna desselben Armes vorgenommen und fand nach verschiedener Zeit eine beträchtliche Verkürzung des ganzen Vorderarmes, welche beide Knochen gleichmässig betraf, im Maximum bis zu 1·8 cm. Eine beigegebene Abbildung veranschaulicht das Versuchsresultat sehr gut.

Die bisher mitgetheilten Experimente beziehen sich mit Ausnahme derjenigen von Ollier nur auf Verletzungen und anderweitige Reizungen, sowie auf partielle Exstirpation der Intermediärknorpel. So interessant und wichtig auch die erwähnten Resultate sind, so sind sie doch

[1] F. Thiel, *Ein in Rücksicht auf die Frage des Knochenwachsthums interessanter Fall von multipler Exostosenbildung nebst experimentellem Beitrag.* Dissertation. Greifswald 1876.

[2] Recherches expérimentales sur le mode d'accroissement des os. *Arch. de Physiol. normale et patholog.* 1873. Bd. 5.

wohl nicht dazu angethan, die ausschliessliche Bedeutung der Knorpelfugen für das Längenwachsthum der Knochen zu läugnen oder zu beweisen. Meine eigenen Experimente sind von Anfang an in dem Sinne des oben angeführten Probeversuches angestellt und beziehen sich daher sämmtlich auf Exstirpation des ganzen Intermediärknorpels. Die Versuchsobjecte waren stets Kaninchen. Bei der Operation waren die Thierchen 8 Tage bis 5 Wochen alt, und es wurde die Operation von mehreren Thierchen desselben Wurfes an demselben Tage und in ganz derselben Weise ausgeführt. Im Ganzen wurden dem Versuche über Exstirpation des ganzen Intermediärknorpels am Handende der r. Ulna 33 Thiere gewidmet.

Das untere Ende der Ulna empfiehlt sich aus mehreren Gründen ganz besonders zu dieser Operation. Einmal geschieht bekanntlich das Längenwachsthum der Ulna vorwiegend an diesem Ende, während das obere Ellbogenende nur äusserst wenig dazu leistet. Es ist also zu erwarten, dass, wenn überhaupt eine Verkürzung nach der Operation eintreten würde, dieselbe gerade bei dieser Versuchsanordnung sehr in die Augen fallen würde, namentlich mehr als z. B. an der Tibia, bei welcher beide Epiphysenknorpel ziemlich gleich viel zum Längenwachsthum beitragen.

Sodann ist es gewiss nicht unwichtig, dass die Epiphyse am Handende der Ulna relativ und absolut die längste ist unter allen andern. Es ist daher möglich, die Exstirpation des Intermediärknorpels vorzunehmen, ohne in allzugrosse Nähe des Handgelenkes zu kommen und ohne eine Entzündung dieses Gelenkes mit ihren die freie Beweglichkeit störenden Folgen zu verursachen. In den erwähnten Experimenten von Bidder, Vogt und Ollier wird die Operation wohl nicht immer ohne Eröffnung der nahen Gelenke abgegangen sein. Und wenn dadurch auch keine Gelenkeiterung bedingt wurde, so konnte doch eine Gelenksteifigkeit entstehen, welche secundär eine Schonung der betreffenden Extremität veranlasste und so für eine auftretende Verkürzung zum Theil wenigstens die Erklärung derselben als Inactivitätsatrophie zuliess. Gerade das sollte aber möglichst vermieden werden. Aus demselben Grunde wurde die Operation nur an der Ulna vorgenommen; der Radius blieb völlig intact; er bildete eine genügende Verbindung mit der Hand, diente für die in ihrer Continuität getrennte Ulna als Schiene und konnte ausserdem für die an der Ulna eintretenden Veränderungen als Maassstab benutzt werden, da er einerseits bei Inactivität ebenso geschont wurde wie die Ulna, andrerseits aber für den Fall, dass die Ulna im Wachsthum zurückblieb, weiter wachsen und eventuell eine Verschiebung der Hand veranlassen musste, die geeignet war, ein Bild von

den eintretenden Wachsthumsstörungen schon am lebenden Thiere zu geben.

Die Operationen wurden sämmtlich unter antiseptischen Cautelen vorgenommen. Nach Auswaschen der kleinen Wunde mit einer starken Lösung von Salicylsäure mit Borsäure wurde eine sorgfältige Naht der Haut angelegt und die völlig geschlossene Wunde mit etwas Salicylwatte und einigen Bindentouren bedeckt. Letztere dienten gleichzeitig noch zur Vermehrung der Festigkeit, so dass die getrennten Knochenstücke der Ulna nicht in falsche Lage zu einander kommen konnten.

Die kleine Operation selbst ist so einfach, dass sie kaum einer besonderen Beschreibung bedarf. Wenn man die von einem Assistenten hinreichend fixirte Extremität an der Operationsstelle gut wäscht und die Haare etwas auseinanderstreicht, so kann man bei jungen Kaninchen die bläuliche Knorpelschicht meistens schon durch die dünne Haut hindurch schimmern sehen. Ein Längsschnitt über den Knorpel und die angrenzenden Knochenenden bis durch das Periost genügt; sodann in der klaffenden Wunde der Weichtheile noch zwei Querschnitte durch das Periost an der Knorpelgrenze und Ablösen des Periostes und Perichondriums an der lateralon und dorsalen Hälfte des Knochenumfangs. Nach theilweiser Ablösung des Periostes vom Diaphysenende und dem Epiphysenknorpel ist die Verbindung dieser beiden so locker, dass nun schon das Eingehen mit einem stumpfen Instrument, z. B. mit einer myrthenblattförmigen Sonde genügt, um den Knorpel vom Diaphysenende vollständig abzulösen, ohne das letztere selbst irgendwie zu verletzen; ebenso verfährt man an der Verbindung des Knorpels mit der Epiphyse, wo übrigens leichter kleine Knorpelreste stehen bleiben. Schliesslich kann man meistens den ganzen Knorpel ohne Mühe aus der Tiefe herausheben. Oefters vorgenommene mikroskopische Untersuchung der exstirpirten Knorpel hat meist ergeben, dass der ganze Knorpel exstirpirt war und dass höchstens minimale Knorpelreste in der Wunde zurückgeblieben waren.

Meine Versuchsthiere haben diese Operation sehr gut überstanden, auch die kleinsten, nur 8tägigen Thierchen blieben munter und gesund. Keines ist an den Folgen der Operation zu Grunde gegangen; und niemals ist Eiterung der Wunde eingetreten. Die Regel war ein Verlauf ohne alle Reaction. Namentlich zeigte sich nie, dass die operirte Extremität irgend geschont wurde; schon nach dem ersten Tage sprangen die Thierchen umher, wie gesunde.

Die Folgen der Operation im Ganzen und Grossen waren stets ohne Ausnahme: zunehmende Verkürzung der operirten Ulna im Verhältniss zur gesunden Ulna des linken Armes; zunehmende Verkrümmung des

Radius der operirten Seite, und endlich eine der ulnaren Verkürzung und radialen Verkrümmung entsprechende Ulnarflexion der Hand.

Die feineren Veränderungen, welche nach der Operation zu beobachten sind, lassen sich beispielshalber zur Genüge an 4 Präparaten übersehen, von welchen die 3 ersten von Kaninchen eines Wurfes herstammen, welche sämmtlich etwa 3 Wochen alt zu gleicher Zeit und auf ganz gleiche Weise operirt wurden. Nach 8, 25, 39 Tagen wurden die Thierchen getödtet, zunächst frisch untersucht und dann die Knochen im Zusammenhange präparirt und getrocknet.

8 Tage nach der Operation. (Fig. 1 auf Tafel IV). Der Vorderarm ist gerade gerichtet; die Hand bildet die gerade Fortsetzung desselben. Der Radius ist beiderseits völlig gleich. Die Ulna der rechten Seite zeigt eine ihrem untern Intermediärknorpel entsprechende Continuitätstrennung in Form eines tiefen Einschnittes an der Aussenseite. Die beiden Knochenenden daselbst sind abgerundet und an der dem Radius anliegenden Seite durch einen Faserzug von Bindegewebe mit einander verbunden. Verdickung oder Auflagerungen dieser Knochenenden sind nicht vorhanden. Das Handgelenk zeigt die normale Form und Beweglichkeit.

Die Messungen ergaben folgende Längenverhältnisse:

	Rechts	Links
Ulna	2·76 cm	2·75 cm
Radius	2·25 „	2·25 „
Humerus	2·46 „	2·46 „

Diese und die folgenden Messungen wurden in der Weise gewonnen, dass ein mittelfeiner Bleidraht den Contouren des Knochens angeschmiegt wurde, und dann die Enden des Knochens an dem Draht bezeichnet wurden. Der Draht wurde sodann gerade gerichtet, d. h. die etwa hergestellten Biegungen desselben wurden wieder ausgeglichen; und dann konnte mit einem Zirkel die Entfernung der beiden fixirten Punkte ohne alle Schwierigkeit gemessen, und diese auf einem Millimetermaassstab abgelesen werden. Dass der Bleidraht immer in derselben Weise dem zu messenden Knochen angepasst werden muss, versteht sich von selbst. Es ist auf diese Weise möglich die Länge eines gekrümmten Knochens sehr genau zu bestimmen, was natürlich durch directe Messung der Entfernung seiner beiden Endpunkte nicht gelingen kann.

25 Tage nach der Operation (Fig. 2 auf Taf. IV) zeigt sich schon eine hochgradige Verschiedenheit beider Arme. Die rechte Hand ist ulnarwärts flectirt und bildet mit der Längsachse des Vorderarms einen nach der ulnaren Seite offenen Winkel von ca. 130°.

Das Handgelenk ist völlig unversehrt; die Hand selbst entspricht der linken auf das Genaueste: die Verbiegung der Hand ist durch eine Knickung des Vorderarmes nahe seinem Handende bedingt. Namentlich der Radius ist an seinem unteren Ende ulnarwärts verbogen, die Ulna ist gerade bis auf die untere Epiphyse, welche zu dem betreffenden Diaphysenende schief gerichtet ist und zwar in einer dem Radiusende parallelen Richtung. Der Winkel, welchen die unteren Epiphysen mit dem Schaft der Vorderarmknochen bilden, beträgt etwa 140°.

Der Ulnarrand der unteren Radiusgelenkfläche liegt ungefähr in der Verlängerung einer durch die Mitte der Ulna gedachten Linie.

Die Form beider Vorderarmknochen ist gegen links auch sonst noch etwas verändert. Links zeigen sich die schlanken zierlichen Formen des normalen Vorderarmes, rechts ist besonders die untere Hälfte derselben etwas verdickt; doch haben die Epiphysen noch ziemlich die normale Figur, und so kommt es namentlich bei der Ulna dahin, dass das breitere Diaphysenende die Basis der Epiphyse etwas überragt.

Die Längenmessung ergiebt schon eine deutliche Verkürzung der rechten Ulna.

	Rechts	Links
Ulna	3·34 cm	3·8 cm
Radius	2·95 „	3·06 „
Humerus	3·35 „	3·2 „

39 Tage nach der Operation (Fig. 3, Taf. IV) finden sich die eben beschriebenen Veränderungen in noch viel höherem Grade. Die Hand ist mehr als rechtwinkelig abducirt; sie bildet mit der Längsachse des Vorderarmes einen Winkel von ca. 85°. Das Handgelenk ist auch hier völlig intact; die Hand von der linken nicht verschieden. Die Verkrümmung der Vorderarmknochen ist in der gleichen Richtung noch gesteigert. Die Ulna ist bedeutend kürzer: ihre untere Epiphyse sitzt sehr schief winkelig, unter einem Winkel von beiläufig 100° auf dem auch hier etwas verdickten Diaphysenende auf, und ist von dem letzteren noch durch eine dünne Bindegewebsschichte getrennt. Der Radius ist im unteren Ende noch viel stärker verkrümmt als beim vorigen Präparate. Schon der ganze Schaft des Radius und der Ulna zeigen vom Ellbogen aus eine etwas stärkere Divergenz als normal, eine Veränderung, die im vorigen Präparate nur andeutungsweise vorhanden war. Bei diesem Präparat ist sie die Ursache, dass zwischen Ulna und Radius eine kleine Längsspalte erscheint. Die untere Gelenkfläche des Radius steht parallel zur Längsachse des Vorderarmes, also rechtwinkelig zu ihrer normalen Stellung und in einer Flucht mit der Aussenseite der Ulna, die nur

durch die etwas seitwärts vorspringende Epiphyse der letzteren unterbrochen wird. Das Diaphysenende des Radius ist deutlich verdickt und zeigt namentlich ulnarwärts eine Auflagerung, welche den Raum bis zu verschobener Ulnaepiphyse ausfüllt, ohne mit derselben verwachsen zu sein.

Die Längenmaasse betragen:

	Rechts	Links
Ulna	3·3 cm	4·0 cm
Radius	3·05 „	3·16 „
Humerus	3·6 „	3·41 „

1 Jahr nach der Operation (Fig. 4, Taf. IV) finden wir Verhältnisse, welche einer noch weiteren Steigerung der bisher beschriebenen Verkrümmungen entsprechen. Das Handgelenk und die Hand selbst sind wie bisher ganz unverändert, beiderseits gleich. Die Verkrümmung der Vorderarmknochen ist aber maximal. Die Grenzen zwischen Diaphyse und Epiphyse sind hier nicht mehr durch die Intermediärknorpel angedeutet; sondern es ist vollständige Verknöcherung der Epiphysenlinien eingetreten und nur die verschiedene Anordnung der Knochensubstanz erinnert noch an die frühere Diaphysengrenze. Die Epiphysengrenze der Ulna ist auch am durchsägten Präparate nicht deutlich zu erkennen. Das untere Ende derselben springt relativ noch etwas weiter nach aussen vor; die ganze Ulna ist bedeutend breiter und etwas länger, als bei dem letzt beschriebenen Präparate. Der Radius ist im Ganzen hochgradig gekrümmt: seine Krümmung entspricht fast einem Halbkreis. Er macht den Eindruck eines sehr stark gespannten Bogens, während die Ulna die Sehne desselben vorstellt. Die Divergenz beider Vorderarmknochen in der oberen Hälfte von ihrer Gelenkverbindung am Ellbogen aus ist hochgradig, entspricht einem Winkel von ca. 35°. Etwas unterhalb der Mitte des Radius beginnt dann eine Biegung desselben ulnarwärts und das untere Radiusende convergirt gegen die verlängerte Ulnaachse unter einem Winkel von beinahe 90°. Die Linie des Handgelenkes ist auch hier parallel der Längsachse der Vorderarmknochen, jedoch noch weiter ulnarwärts geschoben, so dass die Verlängerung des äusseren Randes der Ulnadiaphyse etwa 0·3 cm diesseits (radialwärts) von dem Handgelenk fallen und also das Ende der Radiusdiaphyse kreuzen würde. Der Radius ist übrigens kaum verdickt; die Ulna dagegen ist stark verbreitert und zwar in der Weise, als wenn die ihr anliegende Partie des lig. interosseum verknöchert wäre. Es geht nämlich vom radialen Rande der Ulna eine dünne Knochenlamelle aus, welche grösstentheils den Zwischenraum zwischen beiden Vorderarmknochen ausfüllt. Die Markhöhle in der Ulna

ist dem ganzen Knochen entsprechend auch breiter verzogen, aber weniger tief. Die Längendifferenzen rechts und links sind sehr bedeutend:

	Rechts	Links
Ulna	3·93 cm	6·6 cm
Radius	4·17 „	5·35 „
Humerus	6·3 „	5·95 „

Nach diesen Beispielen, mit welchen übrigens sämmtliche übrige Versuchsresultate übereinstimmen, ist es klar, dass die operirte Ulna im Verhältniss zur Gesunden immer kleiner wird. Die Länge derselben beträgt nach den beschriebenen Präparaten:

	Rechts	Links	Unterschied
nach 8 Tagen	2·76 cm	2·75 cm	—
„ 25 „	3·34 „	3·8 „	0·46 cm
„ 39 „	3·30 „	4·0 „	0·7 „
„ 1 Jahr	3·93 „	6·6 „	2·67 „

Aus dieser Zusammenstellung ist ohne Mühe ersichtlich, dass das Wachsthum der beiden Ulnae ein sehr verschiedenes ist. Während sich von der ersten Messung an für die gesunde Ulna eine Längenzunahme um 1·05 cm, 1·25 cm und endlich 3·85 cm ergiebt, wächst die operirte Ulna nur um 0·58 cm, 0·54 cm und 1·17 cm. Es ist somit bewiesen dass das weitere Längenwachsthum der Ulna des Kaninchens nach Exstirpation des unteren Intermediärknorpels geringfügig ist; völlig sistirt ist es dadurch nicht. Die Ulna kann schon deshalb in ihrer Länge nicht ganz unverändert bleiben, da an ihrem oberen Ende ein, wenn auch nicht bedeutendes, so doch immer zu berücksichtigendes Wachsthum vor sich geht. Die operirten Ulnae müssen also mit der Zeit etwas grösser werden, und da die Messungen immer von einem Epiphysenende zum anderen, d. i. vom Handgelenk bis zur Spitze des Olecranon angestellt wurden, so zeigt sich das auch in den angeführten Zahlen. Immerhin ist aber der zunehmende Unterschied in der Länge beider Ulnae deutlich genug. Hiernach wird man zu dem Schlusse gezwungen, dass der Intermediärknorpel allerdings von grösster Wichtigkeit für das Längenwachsthum ist, und dass derselbe weit mehr zum Wachsthum beiträgt als einfach durch Verknöcherung seiner Dicke geleistet würde. Ob aber das Wachsthum nach Exstirpation des ganzen Intermediärknorpels vollständig aufhört, das ist eine andere Frage, die nicht so leicht zu entscheiden ist. Einmal ist es nicht immer leicht, die Operation an den kleinen Thierchen auszuführen, ohne auch nur

eine Spur von dem Knorpel namentlich an der Epiphyse sitzen zu lassen; und derartige zurückgelassene Knorpelreste könnten wohl im Stande sein noch ein, wenn auch sehr geringes, weiteres Längenwachsthum zu ermöglichen. Ich habe wiederholt gesehen, dass nach Excision eines Stückes von einem Epiphysenknorpel unter antiseptischen Cautelen an der unverletzten Seite des Wachsthums energisch weiter geht, während es an der operirten Seite geringer ist oder ganz aufhört. Man ist so z. B. im Stande durch Excision eines Stückes von der Aussenseite des Intermediärknorpels am unteren Femurende das schönste Genu valgum zu erzeugen. Ollier läugnet die Möglichkeit, dass zurückgelassene Knorpelreste zu weiterem Wachsthume etwas beitragen können.[1]

Doch wenn es auch gelingt, den Knorpel vollständig zu exstirpiren, so gehört doch noch eine besondere Versuchsanordnung dazu, um den völligen Stillstand des operirten Knochenendes im Wachsthume nachweisen zu können.

Es liesse sich das, wie mir scheint, auf mehrfache Weise bewerkstelligen; am besten aber kann man wohl den Ausfall im Wachsthum der operirten Ulna durch Combination des Experimentes mit dem Stiftversuche direct messen. Anstatt nun aber Stifte in die Diaphyse und Epiphyse der operirten und zu operirenden Ulna in gemessener Entfernung zu fixiren, zog ich vor, die Stifte in die gesunde, nicht verletzte Ulna einzufügen und später zu controlliren ob das Auseinanderrücken der Stifte der linken Ulna und der Unterschied in der Totallänge beider Ulnae sich decken.

Das erstere schien deshalb unsicher, weil bei Vornahme der Knorpelexstirpation und gleichzeitigem Einfügen von Stiften die eine Operation das Resultat der andern stören konnte und namentlich, weil wegen der Verschiebung der Epiphyse die Messung der Entfernung der Stifte eine recht ungenaue hätte werden können. Folgender Versuch mag als Beispiel dienen.

Bei einem jungen Kaninchen wurden gleichzeitig mit der Exstirpation des untern Intermediärknorpels der rechten Ulna Stifte in beide Diaphysenenden eingesenkt und ein Stift auch in die linke Epiphyse. Die Entfernung der Stifte von einander in der linken Ulna betrug Anfangs 0·55 ^{cm}. Das Thier blieb völlig gesund, überstand die Operation ebenso leicht, wie alle übrigen. Nach 10 Monaten wurde es getödtet. Die Verkrümmung des rechten Vorderarmes entsprach genau der oben gelieferten Beschreibung. Die Entfernung der beiden festsitzenden und nicht schief

[1] Ollier, l. c. p. 39.

gestellten Stifte betrug 2·6 cm. Die Totallänge der Ulna war rechts 4·06 cm, links 6·15 cm. Das von dem untern Intermediärknorpel geleistete Längenwachsthum beträgt also, wie sich aus dem Auseinanderrücken der Stifte ergiebt, seit der Operation 2·05 cm. Die rechte Ulna ist gegen die linke in Folge der Operation um 2·09 cm im Wachsthum zurückgeblieben. Somit decken sich die beiden Grössen bis auf einen minimalen Unterschied, der noch innerhalb der Fehlergrenze der Messung liegt.

Durch dieses Versuchsresultat ist der Beweis geliefert, dass nach Exstirpation des unteren Intermediärknorpels der Ulna beim Kaninchen das Längenwachsthum dieses Knochenendes vollständig aufhört, dass also das Längenwachsthum hier nur von dem Intermediärknorpel ausgeht.

Als weiteren Probeversuch zu dem letzterwähnten Experiment erwähne ich beiläufig, dass Excision eines Stückes aus dem spongiösen Diaphysenende der Ulna von der Breite des Epiphysenknorpels nach meinen Erfahrungen nur eine geringe und nicht mit dem Wachsthum zunehmende Verkürzung des Knochens setzt. Es tritt eine leichte Verkrümmung des Vorderarmes ein, die sich aber meist mit der Zeit durch gesteigertes Längenwachsthum der Ulna wieder ausgleicht, so dass am ausgewachsenen Thiere so viel wie keine Verkürzung und Deformität mehr vorhanden ist. Das eine der drei oben erwähnten, von Thiel angestellten Experimente bestätigt durch sein Endresultat diese Beobachtung vollständig. Es ist durch diesen Versuch dem immerhin denkbaren Einwand die Spitze abgebrochen, dass die Exstirpation des Intermediärknorpels nur indirect durch Störungen in der Expansion des Diaphysenendes die gefundene, im Verhältniss zunehmende Verkürzung bedinge.

Man muss sich bei dieser Operation nur hüten in allzu grosse Nähe des Intermediärknorpels zu kommen, da sonst durch directe Reizung desselben besondere Ursachen für die Hemmung des Längenwachsthums gesetzt werden.[1] So ist in einem derartigen von Ollier[2] angestellten Experiment nach 3 Monaten eine Zunahme der anfänglichen Verkürzung um 4 Millimeter nachgewiesen, eine Thatsache, die Ollier eben mit den durch directe Reizung der Knorpelfuge bedingten Störungen im Längenwachsthum in Verbindung bringt.

Als Complication der Verkürzung der Ulna fanden wir in unsern Versuchen stets die beschriebene Verkrümmung des Vorderarmes, welche übrigens sehr geeignet ist, den Demonstrationswerth der Präparate

[1] cf. Haab l. c.
[2] l. c. p. 39.

noch zu erhöhen. Die genauere Untersuchung der Vorgänge, durch welche diese Verkrümmung bedingt wird, erscheint nicht uninteressant, aber sehr schwierig, und es ist auch hier nicht der Ort, um auf diese Verhältnisse speciell einzugehen. Die folgenden Bemerkungen werden daher nur mit Vorbehalt gemacht. Es ist klar, dass sofort nach der Operation die aus ihrer Verbindung mit der Diaphyse gelöste Epiphyse der Ulna an dem Radiusende fixirt ist. Diese Fixation geschieht durch die Bänder, welche direct und indirect durch das Handgelenk die beiden Knochen des Vorderarmes an ihrem unteren Ende mit einander verbinden. So kann ein Zusammenrücken der getrennten Knochenstücke gar nicht, oder nur minimal stattfinden; ja es ist sogar möglich, dass die am Radius festsitzende Epiphyse der Ulna von dem ersteren, während seines ungestörten Weiterwachsens mit fortgezogen wird. Hiermit stimmt der beschriebene Befund von 8 Tagen überein, welcher eine Verkürzung der Ulna noch nicht wahrnehmen lässt. In dem folgenden Präparat von 25 Tagen fanden wir aber schon Verkürzung und beginnende Schiefstellung; die Lücke zwischen Diaphyse und Epiphyse ist ziemlich vollständig ausgefüllt; ein straffes Bindegewebe hält beide verbunden. Es ist also anzunehmen, dass die Narbe an der Operationsstelle später derb und fest genug wird, um die Anfangs nur noch mit dem Radius verbundene Epiphyse an die Diaphyse zu befestigen und so fest zu löthen, dass der Zug des fortwachsenden Radius nicht nur keine weitere Entfernung der Epiphyse von der Diaphyse der Ulna zu Stande bringt, sondern dass sogar der Radius selbst in seiner Wachsthumsrichtung beeinflusst und stark verkrümmt wird. Die Ulna wirkt nämlich nun, nachdem ihre Continuität durch die feste Narbe wieder hergestellt ist, auf den Radius mittelst derselben Bänder, durch welche vorher der Radius die abgetrennte Epiphyse der Ulna fixirt hatte, nur im umgekehrten Sinne. Ihre Wirkung ist einer Drahtklammer zu vergleichen, welche an der ulnaren Seite des Radius excentrisch angebracht, dessen untere Epiphyse und die Diaphyse mit einander verbindet und dadurch die Wachsthumsstörungen hervorbringt, welche aus der experimentellen Arbeit von Wegner[1] bekannt sind. Die Folge davon ist, dass die ulnare Seite des Radius im Wachsthum etwas zurückbleibt, ebenso als wenn ein Stück des Intermediärknorpels dieser Seite exstirpirt wäre. Die Epiphysenlinie des Radius wird anfänglich nur wenig, dann aber immer mehr schief gestellt, wie sich aus den oben mitgetheilten Präparaten leicht erkennen lässt. Mit dem schräg gerichteten Diaphysenende ist auch die übrigens unversehrte Epiphyse in derselben Richtung verschoben, und das Hand-

[1] l. c. S. 70 ff.

gelenk muss sich gleichfalls in der betreffenden Richtung verschieben. Hierdurch also die zunehmende Ulnarflexion im Handgelenk.[1]

Von Wichtigkeit ist nun das weitere Verhalten der Ulnaepiphyse. Während diese anfangs gerade gerichtet ist und die gerade Fortsetzung der Diaphyse bildet, zeigt auch sie eine stetig zunehmende Verschiebung ganz entsprechend der veränderten Richtung des unteren Radiusendes. Es ergiebt sich hieraus mit Sicherheit, dass die beiden Knochenenden der Ulna, wenn schon eine deutliche Verkürzung derselben nachweisbar ist, nicht durch knöchernen Callus mit einander verbunden sind, sondern die Epiphyse bleibt auf dem Diaphysenende beweglich,[2] wie in einem Charniergelenk, welches eine Seitwärtsbewegung der Epiphyse nach der äusseren Seite gestattet. Während die Narbe also einerseits im Stande ist durch ihre Festigkeit den Radius in eine ganz abnorme Wachsthumsrichtung zu bringen, so gestattet sie doch der Epiphyse eine gewisse Beweglichkeit. Die Epiphyse selbst wird von dem fortwachsenden Radius wieder beeinflusst und zwar von diesem, wenn ich so sagen darf, umgeworfen. Die Radiuskrümmung erfolgt also um einen Mittelpunkt, welchen das Diaphysenende der Ulna darstellt. Hiermit stimmt auch die Beobachtung der beschriebenen Präparate und aller übrigen überein. Eine Verbindung durch knöchernen Callus zwischen Epiphyse und Diaphyse tritt nicht sogleich ein; sie ist z. B. bei den drei zuerst beschriebenen Präparaten noch nicht vorhanden. Höchstens dünne und schmale Knochenspangen verbinden zuweilen die beiden Theile an ihrer Aussenseite; aber im Wesentlichen sind sie nur durch Bindegewebe mit einander verbunden. Die Narbe besteht längere Zeit, wie sich aus zahlreichen mikroskopischen Präparaten derselben ergiebt, der Hauptsache nach aus regellos durch einander verlaufenden, anfangs mit freien Kernen und Rundzellen durchsetzten Bindegewebszügen, welche mit dem Periost und den Knochenenden der Diaphyse und der Epiphyse in Zusammenhang stehen. Stellenweise sind die Lücken zwischen mehreren sich kreuzenden Faserzügen wie kleine Alveolen mit zahlreichen Rundzellen und Kernen angefüllt. Nur hie und da sind am Rande Knorpelreste noch erkennbar mit schon

---

[1] Derartige Verkrümmungen sind auch in pathologischen Fällen am Menschen beobachtet, theils angeboren, theils später entstanden. Zu der letzteren Gruppe gehört der schon oben citirte Fall von Thiel, sodann auch neuerdings mitgetheilte Fälle von Volkmann. (*Beiträge zur Chirurgie.* 1875. S. 291.) Die hier mitgetheilten Experimente geben so ein nicht uninteressantes Beispiel, wie ein Knochen den andern in pathologischen und vielleicht auch in manchen physiologischen Fällen in seiner Form beeinflussen kann.

[2] Im Gegensatz hierzu fand Bidder die in seinen Versuchen auftretende Verkürzung, wie oben bemerkt, Synostose zwischen Epiphyse und Diaphyse bedingt.

veränderter, deutlich faseriger Intercellularsubstanz. Anfangs sind sehr reichliche Blutgefässe vorhanden. Die beiden Knochenenden sind deutlich rareficirt: die abschliessende Knochenschicht am unteren Ende der Diaphyse verschwindet, und die Knochenbälkchen der Rinde werden schmäler. Eine periostale Auflagerung fehlt vollständig. Mehrmals zeigte sich bei der mikroskopischen Untersuchung, dass Haare in die Wunde eingeheilt waren; auch in diesen Fällen ist die Heilung glatt von Statten gegangen.

Es ist unschwer zu erkennen, dass durch eine schon früh entstehende knöcherne Vereinigung der getrennten Knochenstücke, etwa wie bei der Heilung einer einfachen Fractur, ein ganz anderes Bild zu Stande kommen musste. Es könnte dann nicht eine so bedeutende und namentlich eine zunehmende Schiefstellung der ulnaren Epiphyse erfolgen; sodann würde auch das Radiusende nicht über das Diaphysenende der Ulna hinüber verschoben werden, sondern es müsste fast unveränderlich mit der durch Synostose fixirten Epiphyse der Ulna verbunden bleiben. Die Verzögerung in dem Eintritt der knöchernen Vereinigung ist schon wegen der Ausdehnung des durch die Operation gesetzten Defectes nicht zu verwundern; zum Theil findet sie auch ihre Erklärung in der Geringfügigkeit und antiseptischen Vornahme der Verletzung, welche keine lebhafte locale Reaction nach sich zog. Später erfolgt allerdings die Verknöcherung der Operationsnarbe im Knochen; eine Pseudarthrose habe ich nie beobachtet. Die Epiphyse ist an den ausgewachsenen Thieren vollständig knöchern mit der Diaphyse verbunden: sie bilden einen Knochen, an welchem die Schiefstellung der Epiphyse bald sehr deutlich, bald nur mit einiger Aufmerksamkeit zu erkennen ist. Die Verknöcherung der Narbe kommt der Länge der Diaphyse zu Gute; die Epiphyse behält ihre normale Länge.

Nach diesen Auseinandersetzungen möchte ich kurz darauf hinweisen, dass die Entstehung der Verkrümmung unseres Versuchsarmes auf einem physikalischen Principe beruht, welches bei manchen Apparaten, namentlich bei den sogenannten Compensationsstreifen und bei den Metallthermometern praktische Verwerthung findet. Es handelt sich hier bekanntlich darum, dass die Ausdehnung fester Körper durch Wärme bei verschiedenen Körpern eine verschiedene ist. Wenn nun bei einer gewissen Temperatur zwei gerade und gleich lange Stäbe aus verschiedenen Metallen ihrer Länge nach aneinander genietet sind, so dass sie einen Streifen bilden, so erfährt derselbe bei jeder Temperaturveränderung eine Krümmung. Dabei wird der ganze Streifen in der Weise gebogen, dass das stärker sich ausdehnende Metall, wenn die Temperatur steigt, das nach aussen gerichtete ist und die convexe Seite bildet,

während die Seite des Streifens, an welcher das Metall mit dem geringeren Ausdehnungscoëfficienten liegt, die concave ist.

Die Analogie ist klar. Nach Vornahme unserer Versuchsoperation sind Ulna und Radius, welche normaler Weise einen gleich grossen Wachsthumscoëfficienten, wenn ich so sagen darf, besitzen, in ihrem Verhältniss zu einander gestört: der Radius hat nun einen bedeutend grösseren Wachsthumscoëfficienten als die Ulna; es erfolgt beim Weiterwachsen eine Krümmung des Vorderarmes, deren convexe Seite von dem Radius, die concave von der Ulna gebildet wird.

Im Vorhergehenden wurde nur die Festigkeit der Operationsnarbe an der Ulna als ein das Wachsthum des Radius in gewisser Beziehung hemmendes und seine Verkrümmung bedingendes Moment berücksichtigt. Ich muss in dieser Beziehung darauf hinweisen, dass schon längst sichere Beobachtungen darüber vorliegen, wie durch den Zug und Druck von Narben, die nur aus Bindegewebe zusammengesetzt sind, das weitere Wachsthum jugendlicher Knochen beeinflusst werden kann. Namentlich in Folge von Brandwunden und dadurch herbeigeführten ausgedehnten Narben der Haut sind Verkürzungen von Extremitätenknochen und zurückbleibendes Wachsthum der Schädelknochen beobachtet. B. von Langenbeck, Billroth, Hering u. A. haben derartige Fälle mitgetheilt. Uebrigens bin ich weit entfernt, behaupten zu wollen, dass einzig und allein durch diesen Narbenzug die beschriebenen Verkrümmungen bedingt seien. Es ist natürlich bei der Erklärung dieser Vorgänge ganz besonders noch der Einfluss der Muskulatur des Vorderarmes und der Hand in Betracht zu ziehen. Da die Muskeln nicht schlaffe Bänder vorstellen, sondern gewissermassen als gespannte elastische Züge wirken, so werden sie auch bei unserm Versuche einen nicht zu unterschätzenden Einfluss ausüben. Ihre Wirkung wird aber stets mehr oder weniger dieselbe sein wie der Effect, welcher durch die Narbe hervorgebracht wird; deshalb sowohl, als auch, weil einer genaueren Untersuchung der Muskelwirkung im Einzelnen die grössten Schwierigkeiten im Wege stehen, habe ich es bisher unterlassen, darauf Rücksicht zu nehmen.

Um auf unsere Präparate zurückzukommen, so wäre noch die meist beträchtliche, immer aber zu erkennende Verbreiterung der Ulna nach dem Radius hin zu erwähnen. Der hier vorhandene in eine feine Knochenlamelle auslaufende Rand hat diese Form wohl durch theilweise Verknöcherung des Ansatzes von dem Lig. interosseum erhalten, welch letzteres natürlich von dem Radius stark verzogen wurde. An einigen Stellen ist durch völlige Verknöcherung des Lig. interosseum eine knöcherne Verbindungsspange zwischen beiden Vorderarmknochen hergestellt. Die Verbreiterung des unteren Ulnaendes ist durch die Schiefstellung der

Epiphyse und Ausfüllung des hierdurch gebildeten Winkels mit Knochenmasse bewirkt. Eine eigentliche Verbiegung der Knochensubstanz der Diaphyse habe ich in meinen Präparaten an der rechten Ulna nicht gefunden; doch mag diese in freilich sehr geringem Grade auch vorhanden sein.

Der Radius der operirten Seite zeigt wie die Ulna eine zunehmende Verkürzung im Verhältniss zur gesunden Seite, doch in geringerem Grade. Die Differenzen in der Länge betragen für Ulna und Radius bei den beschriebenen Präparaten:

Ulna	Radius
0·46 cm	0·11 cm
0·7 "	0·11 "
2·67 "	1·18 "

Es ist also schliesslich die Verkürzung der Ulna mehr als doppelt so gross, als die des Radius an der operirten Seite. Man könnte vielleicht an Inactivitätsatrophie denken; aber diese ist mit Sicherheit ausgeschlossen, weil die Thiere in der That den rechten Arm nicht im geringsten schonten, und weil die Hände keine Unterschiede in ihrer Entwickelung zeigen. Die Verkürzung des Radius erscheint gar nicht auffallend, wenn man bedenkt, dass durch die Ulna seinem Weiterwachsen so bedeutende Widerstände entgegengesetzt wurden, dass nur hochgradige Verkrümmung des Schaftes überhaupt ein weiteres Längenwachsthum ermöglichte; und es stimmt hiermit ein auch in den eben angeführten Zahlen ausgedrückter Befund überein, dass die relative Verkürzung des Radius anfangs hochgradig, nach Veränderung der Wachsthumsrichtung etwas geringer ist. In den Experimenten von einer einseitig den Intermediärknorpel überspannenden Drahtklammer ist ebenfalls nicht nur die betreffende Seite im Wachsthum gehemmt, sondern auch die Totallänge des Knochens fällt geringer aus.

Die oben mitgetheilten Längenmaasse des Humerus ergeben eine Verlängerung der operirten Seite. Diese Beobachtung steht im Einklange mit den bekannten Angaben von Haab; nur beginnt dieses vermehrte Längenwachsthum nach meinen Erfahrungen, wie auch aus den obigen Zahlenangaben zu ersehen ist, schon früher als Haab gefunden hat.

So wäre denn nach diesen Mittheilungen die hohe Bedeutung des Intermediärknorpels zunächst für das Wachsthum der Ulna des Kaninchens bewiesen. Die Uebereinstimmung, in welcher diese Beobachtungen mit andern hierher gehörigen auch an andern langen Knochen angestellten Versuchsresultaten und mit Erfahrungen, die am Menschen gemacht sind, stehen, macht es mehr als wahrscheinlich, dass das Längenwachsthum aller langen Röhrenknochen auch bei andern Thieren und bei dem

Menschen von den Intermediärknorpeln ausgeht. Die Ansichten, welche die Lehre vom intercellularen oder expansiven Knochenwachsthum bietet, erscheinen hiernach in den hier angeführten Punkten nicht haltbar. Vielmehr findet das Resultat, welches von der Mehrzahl der Beobachter bei Anstellung der Stiftexperimente gewonnen ist, die vollste Bestätigung. Und wir sind nun in der Lage zu den beiden Sätzen, dass erstens die in die Diaphyse eines wachsenden Knochens eingefügten Stifte ihre gegenseitige Entfernung von einander nicht verändern, dass zweitens die Entfernung der in Epiphyse und Diaphyse befestigten Stifte mit dem Wachsthum des Knochens stetig zunimmt, noch einen dritten hinzuzufügen, dass nämlich die Entfernung der in Epiphyse und Diaphyse eingelegten Stifte am wachsenden Knochen nach Exstirpation des dazwischen liegenden Intermediärknorpels sich nicht verändert, sondern ebenso constant bleibt, wie diejenige von zwei in der Diaphyse befestigten Stiften.

Die Möglichkeit einer Erklärung der abweichenden Resultate von Wolff mit dem Stiftexperiment ist von Schwalbe geboten, welcher in einer sehr interessanten Arbeit [1] auf das wichtige bis dahin fast unberücksichtigt gebliebene Verhältniss zwischen Längen- und Dickenwachsthum hingewiesen und namentlich gezeigt hat, dass von dem interstitiell wachsenden Periost dünne feine Stifte, wie sie Wolff benutzt hat, wohl etwas verschoben werden können.

Es erscheint von grosser Wichtigkeit, dass in neuerer Zeit verschiedene Beobachter auf ganz verschiedenem Wege zu derselben Ansicht über Knochenwachsthum geführt worden sind. Während Steudener [2] und Schulin [3] die Lehre vom interstitiellen Knochenwachsthum auf dem Gebiete der Entwickelungsgeschichte der Knochen gegen Strelzoff unhaltbar finden, und Schwalbe in der erwähnten Arbeit sich zum Theil direct gegen Wolff's Angaben wendet, so ist Ebner [4] auf Grund seiner sorgfältigen und nach einer neuen Methode angestellten mikroskopischen Untersuchungen der Knochensubstanz zu Resultaten gelangt, die mit der Lehre vom Knochenwachsthum durch Apposition und Resorption nament-

---

[1] *Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte.* I. p. 307—350. Ueber die Ernährungskanäle der Knochen und das Knochenwachsthum.

[2] Beiträge zur Lehre von der Knochenentwicklung und dem Knochenwachsthume. *Abhandlungen der naturf. Gesellschaft zu Halle.* XIII. 1875.

[3] Ueber das Wachsthum der Röhrenknochen. *Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförd. d. ges. Naturwissensch. zu Marburg.* 1875. No. 3. und No. 9.

[4] Ueber den feineren Bau der Knochensubstanz. *Sitzungsber. der Kais. Acad. der Wissensch. zu Wien.* Bd. 72. III. Abth. Juliheft. Jahrg. 1875.

lich mit der Theorie von der modellirenden Resorption im schönsten Einklange stehen.

Leipzig, Anfang Mai 1877.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Rechter Arm eines jungen Kaninchens, 8 Tage nach der Exstirpation des unteren Intermediärknorpels der Ulna.

Fig. 2. Dasselbe, 25 Tage nach der Operation (aufgesägt).

Fig. 3. Dasselbe, 39 Tage nach der Operation (aufgesägt).

Fig. 1—3 stammen von Kaninchen desselben Wurfes, welche etwa 3 Wochen alt an demselben Tage in gleicher Weise operirt wurden.

Fig. 4. Dasselbe, etwa ein Jahr nach der Operation (aufgesägt). Die Grenze zwischen Epiphyse und Diaphyse der operirten Ulna ist nicht ganz deutlich.

Fig. 5 u. 6 zeigen die Arme eines Kaninchens, bei welchen die Exstirpation des unteren Intermediärknorpels der rechten Ulna mit dem Stiftexperiment combinirt wurde. Der linke Arm zeigt normale Verhältnisse. Die Verlängerung des rechten Humerus ist auch in der Abbildung zu sehen. Die dargestellte Entfernung der Stifte ist nicht ganz massgebend, da der linke Vorderarm eine leichte Biegung mit dorsaler Convexität besitzt.

Sämmtliche Zeichnungen sind nach Photographien hergestellt, welche Herr Honikel der Photograph der anatom. Anstalt angefertigt hat — auf Wunsch auch abgiebt. Die Originalpräparate befinden sich in der Sammlung der Anatomie.

Neue Untersuchungen über die Bildung des Hühnerembryo. I.

Von

Wilhelm His.

(Hierzu Tafel V u. VI.)

Durch die im Nachfolgenden mitgetheilten Untersuchungen habe ich mich bestrebt, ein Desiderat zu erfüllen, das mir schon seit mehreren Jahren vorschwebt, die Feststellung einer genauen Topographie der Keimscheibe während der frühen Stadien der Entwicklung. Dies Desiderat ist ein dringendes, denn nur an der Hand einer solcher Topographie wird es überhaupt möglich zu präcisen Vorstellungen von den Vorgängen der Blätterscheidung und der primitiven Körpergliederung zu gelangen. Den Boden einer topographischen Behandlungsweise hatte ich schon in meiner Monographie der Hühnchenentwicklung zu legen versucht. Ich hatte dort gezeigt,[1] dass bereits vor der Bebrütung in der hintern Hälfte der Area pellucida das zur Bildung der untern Keimschicht führende Material der subgerminalen Fortsätze dichter angehäuft ist, als in der vordern, und dass der fragliche Bezirk bei der Flächenbetrachtung im durchfallenden Lichte „ähnlich der Lunula eines Fingernagels“ vom hintern Rande der Area pellucida gegen das Centrum vortritt, dass sodann die Blätterspaltung vor der Mitte der Area früher und vollständiger erfolgt, als hinter derselben. Weiterhin habe ich dargelegt,[2] wie die Scheidung der Muskelplatten in verschiedenen Abschnitten des Embryonalbezirkes nach verschiedener Reihenfolge geschieht, und wie die im vordern Körperabschnitte sich bildende Höhle (die Parietalhöhle) von der übrigen Leibeshöhle geschieden bleibt, eine durchgreifende Leibeshöhle daher überhaupt nie existirt. — Auch für die nachfolgenden

---

[1] l. c. p. 61. Taf. I, Fig. 2 und Taf. XII. Fig. 1; zu vergl. auch die bezügl. Bemerkungen in meiner *Eientwicklung der Knochenfische* 1873. p. 43.

[2] l. c. p. 73.

Entwicklungsstufen habe ich mich bemüht an Stelle eines Generalschema's eine Charakteristik der einzelnen Bezirke treten zu lassen, und so ist es mir auch möglich geworden, jene plastischen Reconstructionen herzustellen, welche durch Dr. A. Ziegler in den Handel gebracht worden sind.

Auf dies Bestreben, eine klare Topographie der Hühnerkeimscheibe herzustellen, sind spätere Beobachter im Allgemeinen wenig eingegangen, selbst Kölliker in seiner an eigenen Beobachtungen so reichen zweiten Auflage der *Entwicklungsgeschichte* theilt zwar den wichtigen Fund mit, dass der Mittelpunkt der Furchung von Anfang ab excentrisch liegt, baut aber im Uebrigen seine Geschichte des Mesoderms in so allgemeiner Weise auf, dass er z. B. nur höchst summarisch den Ort der von ihm als Beleg abgebildeten Schnitte bezeichnet.[1] Nur die, von mir selbst früher wenig berücksichtige Randregion der Keimscheibe hat in neuester Zeit (nach Goette's Vorgang) eine besondere Aufmerksamkeit in Anspruch genommen, eine Aufmerksamkeit, die um so gerechtfertigter ist als bei niedrigern Wirbelthierklassen gerade diese Randregion bei der Bildung des Embryo die Hauptrolle spielt.

Ein jeder Keimscheibenbezirk zeigt von früh ab seine Eigenthümlichkeiten in Betreff der Dicke und Dichtigkeit der Schichten und der Art ihrer Verbindung. Diese frühen Eigenthümlichkeiten sind ihrerseits bestimmend für die besondern Eigenschaften der Körperregion, die sich daraus entwickelt, und mit Vernachlässigung jener werden wir auch den Schlüssel für das Verständniss von diesen verlieren. Wenn der Vorderkopf muskelarm ist, wenn der Hinterkopf eine doppelte animale Muskelplatte erzeugt, wenn am Vogelrücken die Stammmuskulatur schwach entwickelt ist, so sind die Grundlagen dieser Eigenthümlichkeiten schon in frühen Stadien aufzusuchen, und ebenso muss es durch die Vorgeschichte begründbar sein, weshalb der Kopf keine Urnierengänge bildet, weshalb die Entwickelung sympathischer Ganglien im Bauch eine andere ist, als am Hals oder Kopf und dergl. mehr.

Zur vollen Klarheit der bezüglichen Verhältnisse wird eben die Schaffung einer möglichst weit zurückgreifenden genauen Topographie verlangt. Für jedes Stadium ist eine besondere monographische Bearbeitung erforderlich, für welche gute, bei fest bestimmten Vergrösserungen ausgeführte Zeichnungen ganzer Keimscheiben und Embryonen und präcis durchgeführte Schnittreihen das Hauptmaterial zu liefern haben. Je schärfer die Methode, um so sicherer darf man sein, dass einem nicht etwas Wesentliches entgangen ist.

---

[1] Kölliker, *Entwicklungsgeschichte* 2. Aufl. p. 93—95 und Figg. 31—35.

Trotz des gefühlten Bedürfnisses nach der angegebenen Richtung weiter zu gehen würde ich wohl noch längere Zeit gezögert haben, die mühsame und wenig neue Ausbeute versprechende Arbeit zu unternehmen, wäre mir nicht durch die Befunde über die Knochenfisch- und noch mehr über die Haifischentwicklung[1] die Frage nach der ursprünglichen Lagerung des zum Embryoaufbau dienenden Materiales in besonderer Weise und nach einer neuen Richtung hin nahe gebracht worden. Nachdem es sich herausgestellt hat, dass bei Knochen- und bei Haifischen der Embryo aus zwei im Randwulst der Keimscheibe vorgebildeten Hälften der Länge nach zusammenwächst, und dass der Anfangs randständige Embryo erst nur aus dem Kopf, oder dem Kopf mit etwas Rumpf besteht, welchen Theilen sich die übrigen Strecken des Körpers succesiv anfügen, so war jetzt die Frage zu entscheiden, ob die Bildungsweise des Hühnerembryo mit derjenigen der Fische übereinstimmt, oder ob und inwieweit er sich von jener unterscheidet.

Ein Unterschied, welcher für den Weg der Untersuchung selbst von grösserem Belang ist, fällt sofort in die Augen. Der Vogelembryo liegt zu der Zeit da er schärfere Formen anzunehmen beginnt, mit seinem hintern Ende dem Keimscheibenrande nicht an. Durch unmittelbare Anschauung lässt sich sonach über seine Beziehung zu diesem Nichts ermitteln. Ist die Aufreihung des Embryomateriales in der Keimscheibe der Vögel nach gleichem Princip geschehen, wie in der ihr äusserlich gleichenden Keimscheibe der Plagiostomen, so muss sich dieselbe in einer Zeit vollzogen haben, welche der Formung des Embryo vorausgegangen ist.

Eine Untersuchung, wie die oben formulirte kann selbstverständlich nur an der Hand sehr zahlreicher nummerischer Bestimmungen durchgeführt werden. Wo aber, wie in der sich entwickelnden Keimscheibe die scharfen Formen noch fehlen, und wo anscheinend Alles in fortlaufender Veränderung und in gegenseitiger Verschiebung begriffen ist, da wird es zum Gegenstande besonderer Untersuchung, zu bestimmen, was überhaupt gemessen werden kann. Nur der Versuch der Messung selbst kann ergeben, wo der Boden sicher, und wo er schwankend ist, und in wieweit constante, unter sich gesetzmässig verknüpfbare Ergebnisse erreichbar sind. Einige der nachfolgenden Mittheilungen haben daher auch, wie der Leser bemerken wird, wesentlich die Bedeutung vorbereitender Studien, d. h. sie sollen, ohne die eigentlichen Hauptfragen zu berühren, den Boden für deren Inangriffnahme ebnen.

Dass in der vorliegenden Abhandlung die Polemik hinter der Fest-

---

[1] *Zeitschrift f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte* I. p. 16 und II. p. 108.

stellung des Thatbestandes wesentlich zurücktritt, ist eine Sache individueller Bevorzugung. Die an und für sich verwickelte Discussion der Keimlehre ist durch unziemliche Hereinziehung von Persönlichkeiten gründlich vergiftet, und friedliebenden Naturen bleibt nur übrig, entweder von einer ferneren Betheiligung an der Arbeit völlig zurückzutreten, oder, von den Anfechtungen unbeirrt, den Weg weiterzugehen, den sie für den angemessenen halten. Ich habe mich nach längerer Ueberlegung für letztere Alternative entschieden, weil ich glaube, dass mein Weg, wenn er auch die grosse Strasse nur ab und zu kreuzt, doch werthvolle Früchte zu bieten vermag. Im Uebigen werde ich mich nicht scheuen, es einzugestehen, wo ich in früheren Arbeiten geirrt, und wo ich bei diesmaligen von Gegnern gelernt habe.

Methode zur Isolirung jüngerer Keimscheiben. Um über eine Reihe von Punkten der früheren Entwicklung sichere Daten zu gewinnen, ist es nöthig die Keimscheiben ohne Veränderung ihrer Grösse und Form zu isoliren. Bei der nachfolgend mitgetheilten Methode bin ich schliesslich nach manchen andern Versuchen stehen geblieben, sie liefert zuverlässige Resultate, und schlägt bei einigermaassen vorsichtiger Handhabung nie fehl: Ich übergiesse den Dotter nach Entfernung des Eiweiss in einer kleinen Schaale mit Salpetersäure (10 % der käufl. concentrirten Säure). Sofort wird die Keimscheibe weiss; dabei treten ihre Contouren, der Gegensatz der Areae, die Umgrenzung des Embryonalbezirkes und der Primitivstreif durch die klar bleibende Dotterhaut hindurch auf das schärfste hervor. Nach mehrstündigem Aufenthalt des Dotters in der Säure wird die Keimscheibe umschnitten, mit einem breiten Spatel abgehoben und in ein Uhrglas mit $^1/_2$ % Alaunlösung gebracht. Letztere Flüssigkeit ist mit Rücksicht auf nachfolgende Hämatoxylinfärbung gewählt. Die Dotterhaut und der anhaftende Dotter lassen sich innerhalb der Flüssigkeit leicht von der Scheibe entfernen, diese ist steif und rollt spontan ihre Ränder nicht ein. Unter Flüssigkeit verbleibend wird sie nun bei 10- oder bei 20-facher Vergrösserung mit dem Prisma gezeichnet, und dabei sind zur gegenseitigen Controlle sowohl das Bild im auffallenden, als das im durchfallenden Lichte zu benützen. Weiterhin kann die Keimscheibe mit Hämatoxylin gefärbt, sorgfältig entwässert und entweder ganz aufgehoben, oder in Schnitte zerlegt werden. — In nachfolgender Tabelle theile ich eine Anzahl von Maassen mit, welche ich an den Zeichnungen isolirter Keimscheiben aufgenommen habe. Es ist wohl zweckmässig zu bemerken, dass sie sämmtlich aus derselben Jahreszeit (Juni 1876) stammen.

Präpar.-Nummer.	A. Bebrütungsdauer.	B. Durchmesser der Keimscheibe.	C. Abstand des vordern Randes der Area pelluc. vom vordern Keimscheibenrande.	D. Abstand des vordern Randes der Area pelluc. vom hintern Keimscheibenrande.	E. Länge der Area pellucida.	F. Entf. des hintern Randes der Keimscheibe von der A. pell.	G. Länge des sichtbaren Primitivstreifens.	H. Abstand des vordern Endes des Primitivstreifens vom vordern Keimscheibenrande.	I. Abstand des vordern Endes des Primitivstreifens vom hintern Keimscheibenrande.	K. Abstand des vordern Endes des Primitivstreifens v. vordern Rande der Area pell.	L. Breite der A. pelluc.
II	10 St.	4·8 mm	0·9	3·9	2·4	1·5	—	—	—	—	2·6
XIV	10	4·9	1·3	3·6	2·5	1·1	—	—	—	—	2·4
XX	8	5·2	1·5	3·7	2·6	1·1	1·1	2·9	2·3	1·4	2·8
XXI	8	5·4	1·1	4·3	3·2	1·1	—	—	—	—	2·6
XVI	11	5·6	1·0	4·6	2·8	1·8	1·6	2·4	3·2	1·4	2·5
XVIII	11	5·8	1·5	4·3	2·8	1·5	1·5	2·6	3·2	1·1	2·1
XV	11	5·8	1·6	4·2	2·7	1·5	1·5	2·8	3·0	1·2	2·4
XIII	11	6·0	1·6	4·4	3·1	1·1	1·8	2·9	3·1	1·3	2·5
XXV	8	6·1	1·7	4·4	3·0	1·4	1·5	3·1	3·0	1·4	2·8
XXIII	12	7·1	1·9	5·2	3·5	1·7	2·0	3·1	4·0	1·2	2·6
XIX	11	7·3	1·9	5·4	3·1	2·3	2·4	3·1	4·2	1·2	2·5
V	10	8·0	1·8	6·2	3·8	2·4	2·2	3·0	5·0	1·2	2·9
VI	15	8·3	2·4	5·9	3·0	2·9	2·5	3·3	5·0	0·9	2·0
XVII	15 (?)	8·5	2·4	6·1	3·5	2·6	2·2	3·5	5·0	1·1	2·6
XXVI	10	8·6	2·3	6·3	3·6	2·7	2·0	3·4	5·2	1·1	2·4
XXVII	12	8·9	3·1	5·8	3·5	2·3	2·8	4·0	4·9	0·9	2·2
VIII	17	9·0	2·5	6·5	3·7	2·8	—	—	—	—	2·5
XXVIII	18	10·5	3·0	7·5	3·9	3·6	2·5	4·2	6·3	1·2	2·4
I Mittel	9·7	**5·29**	**1·82**	**4·07**	**2·71**	**1·35**	**(1·40)**	**(2·68)**	**(2·90)**	**(1·30)**	**2·80**
II "	11·1	**6·71**	**1·76**	**4·95**	**3·20**	**2·50**	**1·90**	**3·00**	**3·71**	**1·26**	**2·61**
III "	14·5	**8·97**	**2·62**	**6·85**	**3·58**	**2·82**	**2·80**	**3·68**	**5·28**	**1·04**	**2·42**
Differenz III—I		3·68	1·30	2·28	0·82	1·47	0·90	1·05	2·38	—0·26	—0·08

Von der Ausdehnung der Area pellucida. Das Mittelfeld der Keimscheibe ist bekanntlich über einer mit klarer Flüssigkeit gefüllten Höhle ausgespannt, während ihr Rand auf der weissen Dottermasse des Keimwalles aufliegt. Auf diesem Gegensatze der Unterlage beruht der optische Gegensatz zwischen der Area pellucida und der Area opaca. Nun wird weiterhin der weisse Dotter des Keimwalles in grösserer Ausdehnung von den zunächst darüber liegenden Zellen durchwachsen und in die Keimscheibe selbst hereingenommen. Für bestimmte Strecken jedoch findet diese Hereinnahme der Keimwallsubstanz in die Keimscheibe nicht statt, die Substanz wird statt dessen von der sich ausdehnenden Höhle unterminirt, löst sich von der darüberliegenden Scheibe ab und zerfällt. Auf diesem Wege vergrössert sich das ursprüngliche Gebiet der Area pellucida,[1] seine Kreisform geht in eine Birnform, später in Biscuit- oder lang gestreckte Eiform über. Schon die unmittelbare Anschauung ergiebt, dass die Ausweitung des Gebietes eine einseitige ist, sie erfolgt nach rückwärts und das birnförmige Feld entsteht aus dem kreisförmigen dadurch, dass ein neu hinzutretender Keil jenem sich von hinten her anfügt; die Grenze von altem und neuem Areal bleibt meistentheils noch geraume Zeit durch einen einspringenden Winkel der Umsäumung bezeichnet. Die Zahlen der obigen Tabelle liefern auch ihrerseits einen Beleg dafür, dass in dieser frühern Entwicklungszeit der ursprüngliche Kreis der Area derselbe bleibt. Während die Länge des Fruchthofes vom Mittelwerth I zum Mittelwerth III um die Hälfte zunimmt, ist der Breitendurchmesser des vordern kreisförmigen Abschnittes laut Colonne L bei III derselbe, wie bei II und bei I (etwa $2^1/_2$ mm);[3] der Abstand des vordern Endes des Primitivstreifens vom vordern Rande der Area nimmt sogar ab, was als Folge der zunehmenden Erhebung der vordern Keimfalte aufzufassen ist.

Das oben erörterte Verhalten der Area pellucida erlaubt uns, wenigstens für den ersten, oder für die ersten anderthalb Bebrütungstage den vordern Rand der Area pellucida, bezw. das Centrum des sich gleich bleibenden kreisförmigen Feldes als relativ feste Punkte anzusehen, und sie als Ausgangspunkte für fernere Messungen zu benützen. In späterer Zeit als der angegebenen verwickeln sich die Verhältnisse inner-

[1] M. *Monographie* p. 75.

[2] Man vergl. z. B. die Figg. 6, 9, 13, 16 bis 20 von Taf. XII m. Monographie.

[3] Bei der unbebrüteten Keimscheibe Fig. 2, Taf. I meiner Monographie ist der Durchmesser der Scheibe 3·6 mm, der Area pelluc. 2·5. Bei den 15 obern Figuren von Taf. XII schwanken die Querdurchmesser der A. pelluc. von 1·8 bis 2·6 mm, und es zeigt sich auf den ersten Blick, dass mit der Entwicklung die Länge, nicht aber die Breite des Feldes zunimmt.

halb der Area mehr und mehr, einestheils durch das Auftreten der Amnionfalten, anderntheils dadurch, dass in Folge der Umwandlung der in den Keim aufgenommenen weissen Dotterkugeln die Grenzen der Area sich ausweiten, und weiterhin verwischen.

Ueber die Ungleichheiten im Flächenwachsthum der vordern und der hintern Keimscheibenhälfte. In den verschiedenen Phasen ihrer Entwicklung zeigt die Keimscheibe bekanntlich eine annähernd kreisförmige Umgrenzung. Nicht selten begegnet man isolirten Scheiben, bei denen ein Durchmesser über den andern überwiegt, oder solchen, bei denen der Rand stellenweise wellige Vorsprünge und Einziehungen zeigt.[1] Diese Abweichungen von der reinen Kreisgestalt sind indess zu inconstant und meist auch zu unbedeutend, um eine eingehende Beachtung zu beanspruchen. Mehrmals begegnete ich einer wohl markirten Einziehung am hintern Rande in der Richtung des verlängerten Primitivstreifens. Zweimal habe ich an dieser Stelle einen tiefen kartenherzartigen Einschnitt gesehen. Das eine der Präparate ist unter meinen ältern eingeschlossenen, die Scheibe misst nur 3^{mm}, die Area pelluc. 2^{mm}, die Tiefe des Einschnittes $0 \cdot 25^{mm}$. Das andere habe ich vorigen Sommer frisch bei unverletzter Dotterhaut untersucht und gezeichnet. Die Scheibe mass (nach 21stündiger Bebrütung) $7 \cdot 4^{mm}$, die Area pellucida $2 \cdot 7^{mm}$ auf $3 \cdot 7$, der Einschnitt erstreckte sich auf eine Tiefe von $0 \cdot 8^{mm}$ vom Rande.[2]

Wenn sich der Umfang der Keimscheibe gleichmässig ausdehnt, so wird jeder spätere Kreis dem früheren concentrisch bleiben; ist die Ausdehnung nach verschiedenen Richtungen eine verschiedene, so müssen die auseinander hervorgegangenen Kreise sich gegen einander verschieben. Aus den Werthen der Colonnen C und D obiger Tabelle ergiebt sich nun folgendes Resultat:

---

[1] In seinem, seit Abfassung obiger Zeilen erschienenen Aufsatze „Primitivrinne und Urmund“ (*Morphol. Jahrb.* II. 558) giebt A. Rauber an, dass die Gestalt der Keimscheibe eine quere Ellipse sei, deren lange Axe um 10 % die kurze überwiegt. Beim Nachmessen meiner Zeichnungen finde ich an einigen dasselbe, an anderen ein entgegengesetztes Verhalten, vor einer besonders darauf hin gemachten Nachuntersuchung erlaube ich mir kein entscheidendes Votum.

[2] Ich hatte dieser Beobachtungen bereits in meinem Aufsatze über Haifischentwicklung (*Zeitschrift f. Anat. u. Entw.* II. p. 124) gedacht. Seitdem hat auch A. Rauber die zuweilen auftretende „Randkerbe“ des Hühnerkeimes besprochen (*Morphol. Jahrb.* II. p. 563) und daran erinnert, dass ihr schon Pander begegnet war (Taf. I, Figg. 3 u. 4 seiner *Beiträge*). Panum in seinem Werke über die Entstehung der Missbildungen in den Eiern der Vögel (Berlin 1860) gedenkt derselben nicht.

	C.	D.
I Mittel	1·32 mm	4·07 mm
II „	1·76 „	4·95 „
Differenz II—I	0·44 mm	0·88 mm
II Mittel	1·76 mm	4·95 mm
III „	2·62 „	6·35 „
Differenz III—II	0·86 mm	1·40 mm

somit:

Differenz III—I	1·30 mm	2·28 mm.

Es besagen diese Zahlen, dass die späteren Kreise mit den früheren nicht concentrisch, sondern über ihnen nach rückwärts verschoben

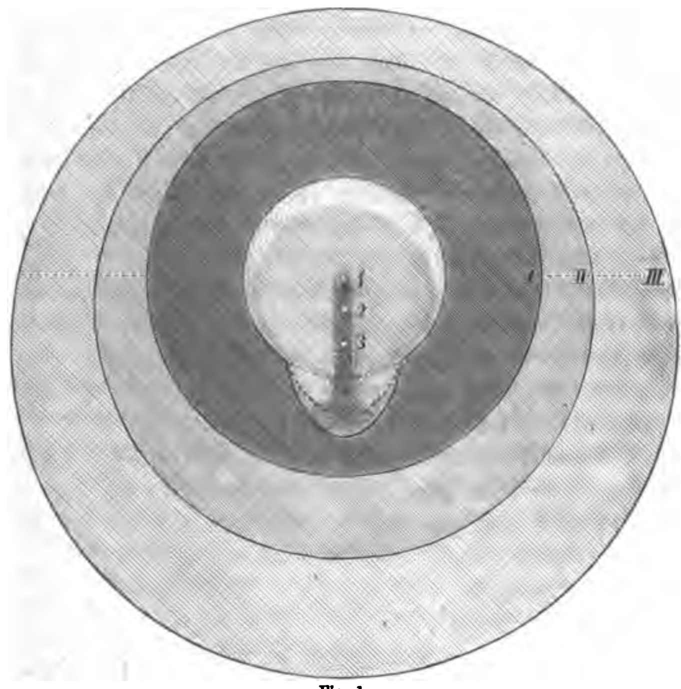


Fig. 1.

sind. Beistehender Holzschnitt stellt das Verhältniss in 10fach vergrössertem Maassstabe anschaulich dar; I, II, III sind die den 3 Mitteln entsprechenden Kreise. 1, 2, 3 deren Mittelpunkte; das Zuwachsstück der Area ist, der Ausdehnung von III entsprechend, hell schattirt gelassen; die hintern Areagrenzen von I und II sind punktirt angedeutet. Die Querlinie, welche den Kreis I halbirt, schneidet excentrisch die Kreise

II und III. Dasselbe Ergebniss stellt sich auch heraus, wenn statt des vordern Randes der Area pellucida das vordere Ende des Primitivstreifens als Ausgangspunkt der Messung benutzt wird.

	H.	I.
I Mittel	2·63 mm	2·90 mm
II „	3·00 „	3·71 „
Differenz II—I	0·37 mm	0·79 mm
II Mittel	3·00 mm	3·71 mm
III „	3·68 „	5·28 „
Differenz III—II	0·68 mm	1·57 mm
somit:		
Differenz III—I	1·05 mm	2·38 mm.

Das vordere Ende des Primitivstreifens liegt zur Zeit seines ersten Auftretens ziemlich nahe an dem Mittelpunkt der Keimscheibe. Wäre dasselbe von Anfang ab scharf bestimmbar, so würden die Zunahmen der auf dasselbe bezogenen Abstände zugleich ein annähernder Ausdruck für die Zuwächse zum vordern und zum hintern Radius sein. Indess ist der Primitivstreifen bei seinem ersten Auftreten zu wenig scharf begrenzt, um stets einen scharf bestimmbaren Endpunkt erkennen zu lassen.[1]

Es ergiebt sich aus den obigen Feststellungen, dass die vordere und die hintere Hälfte der Keimscheibe nicht in gleichem Maasse sich ausdehnen. Die Flächenausdehnung der hintern Hälfte erfolgt rascher, als diejenige der vordern. Bei der Ausdehnung

vom I Mittel mit dem Radius 2·645 mm

zum III „ „ „ „ 4·485 „ müsste unter Voraussetzung gleichmässigem Flächenwachsthums der Radiuszuwachs ringsherum 1·84 mm betragen haben. Statt dessen beträgt bei III der Abstand vom ursprünglichen Scheibenmittelpunkte

zum vordern Rande	3·995 mm
„ hintern „	4·975 „

[1] Bei der obigen Tabelle ist von den 6 Keimscheiben des I Mittels der Primitivstreifen nur 3mal bestimmbar gewesen. Die aus den 3 Bestimmungen des I Mittels berechneten, eingeklammerten Mittel H, I, K passen daher auch nicht genau zu den übrigen Zahlen des I Mittels. Der für sie allein berechnete mittlere Keimscheibendurchmesser beträgt 5·53. Aus dem Grunde treffen in den Differenzen III—I die Gleichungen C — K = H und D + K = I nicht zu. Besser stimmen sie für die Differenzen III—II, weil hier die ausfallenden Bestimmungen von VIII das Mittel nur unbeträchtlich beeinflussen.

d. h. der vordere hat um	$1 \cdot 35^{mm}$
„ hintere „ „	$2 \cdot 33$ „

zugenommen.

Der Inhalt der Gesammtscheibe beträgt

bei Mittel I	$21 \cdot 98 \square^{mm}$
„ „ III	$63 \cdot 19$ „
der Zuwachs III – I	$41 \cdot 21$ „

Es beträgt für Mittel III

der Inhalt der vordern Hälfte $27 \cdot 14 \square^{mm}$, der Zuwachs $16 \cdot 15 \square^{mm}$
„ „ „ hintern „ $36 \cdot 05$ „ , „ „ $25 \cdot 06$ „

Beide Hälften von III verhalten sich somit in runden Zahlen zu einander wie 3:4, ihre Zuwächse wie 2:3.

Ich werde später die Frage des Längenwachsthums für den Embryo aufnehmen, vorerst gehe ich über zur Topographie einiger Anfangsstadien und sende derselben die Besprechung der angewandten Methoden voraus.

Von der Herstellung von Schnittreihen. Ununterbrochene und tadellose Schnittreihen früher Entwicklungsstadien herzustellen, ist Sache grosser Geduld. Ungeeignete Härtung, Zufälle beim Einschmelzen, unbeachtete Rauhigkeiten der Messerklinge und zahllose andere kleine Tücken verschwören sich oft Tage lang, einem die aufgewendeten Bemühungen zu Nichte zu machen. Allein auch dann, wenn Alles gut von Statten geht, bleibt die Herstellung von Schnittreihen ein zeitraubendes Geschäft, das, da es nicht auf längere Zeit unterbrochen werden darf, nur an ungestörten Ferientagen durchzuführen ist. — Nachdem ich früherhin auf Festhaltung einer bestimmten Schnittdicke weniger Rücksicht genommen hatte, bin ich in neuerer Zeit dahin geführt worden, hierfür feste Normen anzunehmen. Für jüngere Stadien bildet jetzt die mittlere Dicke von $0 \cdot 05^{mm}$ meine Norm. Es ist dies eine Dicke, bei welcher unter sonst günstigen Bedingungen noch Schnitt für Schnitt geräth. Auch pflegen Schnitte von der angegebenen mittleren Dicke selbst aus jüngeren Scheiben in der Profillage liegen zu bleiben, während dickere nur allzuleicht sich flach legen. Bei noch geringerem Mittelmaass vermochte ich keine regelmässigen Erfolge zu erzielen, indem zwar einzelne Schnitte gelangen, andere aber zu Grunde gingen. Wenn von einer mittleren Dicke von $0 \cdot 05^{mm}$ die Rede ist, so ist zu bemerken, dass diese Dicke keineswegs der Dicke jedes besonderen Schnittes entspricht. Es werden, auch bei regelmässigem Vorschieben der Mikrometerschraube um einen und denselben Werth, die einen Schnitte etwas dünner, andere etwas dicker ausfallen, weil das mehr oder minder starke Andrücken der Klinge an die Führung und der Wechsel

in der zwischenliegenden Flüssigkeitsschicht genügen um Differenzen von 1- bis 2hundertstel Millimeter zu veranlassen.

Bei fester Norm der Schnittdicken lässt sich in das ganze Zerlegungsgeschäft eine grosse Präcision bringen. Das Verfahren, das ich nach erreichter Beherrschung der Technik eingeschlagen habe, ist folgendes: vor dem Einschliessen wird die Keimscheibe bezw. der Embryo bei 20- oder bei 40facher Vergrösserung gezeichnet; auf der Zeichnung wird das Schnittgebiet abgegrenzt, die Schnittrichtung und senkrecht zu dieser die der Vergrösserung entsprechende Millimetertheilung eingetragen (s. die Holzschnitte pag. 124 u. 130). Bei 20facher Vergrösserung z. B. und bei einer mittleren Schnittdicke von 0·05 mm entspricht je einem Schnitt ein Millimeter der Zeichnung. Wird nunmehr geschnitten, so gewährt die im Voraus eingetheilte Zeichnung eine fortlaufende Orientirung über den genauen Ort jedes Schnittes. Da man ferner vorher weiss, wie viel Schnitte ein bestimmtes Object ergeben muss, so wird die Zahl der wirklich erhaltenen Schnitte zugleich zur Schlusscontrolle, für die Richtigkeit der verschiedenen ausgeführten Operationen. Beträgt z. B. an der 20fach vergrösserten Zeichnung einer Keimscheibe der Abstand vom vordern Rande der Area pell. zum hintern Keimscheibenrande 8 cm, entsprechend einer Länge des Objectes von 4 mm, so muss bei mittlerer Schnittdicke von 0·05 mm auch die Zahl der aus dem betreffenden Stück erhaltenen Schnitte 80 betragen. Verunglückt ein einzelner Schnitt, so hat man natürlich die ihm zukommende Ordnungsnummer bei der Bezeichnung der erhaltenen Schnitte zu überspringen.

Ehe ich eine feste Schnittnorm adoptirt hatte, habe ich die Orientirung der Schnitte zum Object so vorgenommen, dass ich die Länge des Objectes durch die Zahl der Schnitte dividirte und darnach die Zeichnung nachträglich eintheilte. So lange die Dicke der Schnitte keinen andern, als den zufälligen Schwankungen unterworfen ist, so lange also nicht etwa eine Hälfte des Objectes in viel dickere Scheiben zerlegt worden ist, als die andern, giebt auch diese Methode völlig brauchbare Resultate, obwohl sie nicht entfernt die Befriedigung gewährt, wie die oben beschriebene Methode fester Schnittnorm.

Ueber Härtung nur wenige Worte. Gegen die früher von mir vorzugsweise angewandte Osmiumhärtung hat Kölliker[1] Einwendung erhoben, die ich nicht theile, und deren Gewicht jedenfalls dadurch sehr gemindert wird, dass Kölliker für junge Säugethierkeime die Osmiumbehandlung selber als die vorzüglichste Methode rühmt.[1] — Wechsel in den Methoden ist unter allen Umständen gut, da sie vor Einseitigkeiten

[1] Kölliker, *Entwicklungsgeschichte* 2. Aufl. p. 102 und 230.

bewahrt, und so habe ich meine neuen Präparate theils mittelst Chromsäure, theils mittelst Salpetersäure gehärtet. Beide Methoden geben im Gegensatz zur Osmiumsäure Gerinnsel in den freien Räumen des Keimes, beide verändern auf das tiefste die Substanz des weissen Dotters,[1] was andererseits allerdings den Vortheil einer sehr scharfen Abgrenzung des Keimwalles vom Randwulste gewährt. Mit der Chromsäure bin ich insofern minder glücklich gewesen, denn andere Forscher, als mir die Abziehung der Dotterhaut nach Gesammthärtung stets Schwierigkeiten bereitet hat, auch fand ich es schwer, die Grade der Härtung zu beherrschen. Ich habe mich schliesslich am besten dabei befunden, wenn ich die mittelst Jodserum isolirte Scheibe nur sehr kurze Zeit, nicht über $^1/_2$ Stunde, der Chromsäureeinwirkung aussetzte. — Die Anwendung starker Salpetersäure zur Härtung scheint zwar ein sehr rohes Mittel, allein Factum ist, dass man dabei sehr vollendete Schnitte erhält, an welchen Zellengrenzen und Zellenkerne in vorzüglicher Weise sich abzeichnen, und die auch zur Färbung durch Hämatoxylin, Pikrokarmin u. a. Färbungsmittel sich völlig geeignet erweisen. Da bei der Anwendung von Salpetersäure die Härtung der Keimscheibe im unverletzten Dotter und ihre nachträgliche Isolirung ohne jegliche eingreifende Manipulation geschehen kann, so fällt auch der mögliche Einwurf weg, als ob vorhandene fadenförmige Zellverbindungen durch künstliche Zerrung beim Isoliren entstanden wären.[2]

Von dem Grundsatze ausgehend, dass einige wenige, gut durchgearbeitete Reihen ein weit solideres Material für die wissenschaftliche Verwerthung darbieten, als die Beobachtung zahlloser, unsicher orientirter Schnitte, habe ich mir die Mühe genommen einige der Schnittreihen vollständig, bez. in einer, alle merklich verschiedenen Stufen umfassenden Auswahl bei 80facher Vergrösserung zu zeichnen und je auf einem Blatte senkrecht untereinander zusammenzustellen. Die unscheinbaren Differenzen der verschiedenen Schnitte früherer Stadien treten an solchen Tabellen übersichtlich entgegen. Zur Messung feinerer Verhältnisse habe ich stärkere als 80fache Vergrösserung, in der Regel 250fache benutzt; einige solche Zeichnungen geben die Tafeln V u. VI. —

---

[1] In Betreff der Wirkung der Chromsäure und ihrer Salze vergl. man die Bemerkungen Bd. I, pag. 281 der *Zeitschrift für Anatomie und Entwgesch.*

[2] Dieser mögliche Einwand erscheint mir wichtiger, als der von Kölliker erhobene, welcher die von mir beschriebenen Verbindungen zwischen den unvollkommen geschiedenen Schichten als Wirkung der Osmiumsäure deutet (Kölliker, *Entwicklungsgeschichte* 2. Aufl. p. 103). Selbst wenn jene Fäden als Folge mechanischer Zerrung entstanden wären, so würden sie doch immer wieder einen Beweis für ursprünglich vorhandene Verbindungen ablegen.

Zur sicheren Ablesung der Maasse benutze ich einen Proportionalzirkel, dessen kurze Branchen der Zeichnung, dessen lange dem entsprechend vergrösserten Maassstabe angelegt werden. Beträgt z. B. die Vergrösserung der Zeichnung 250, die des Proportionalzirkels 4, so entspricht ein Millimeter des Maassstabes einem Mikromillimeter des Objectes.

In der nachfolgenden Darstellung bezeichne ich der Kürze halber die Area pellucida kurzweg als Area. — Als ihr Normalgebiet gilt ein Kreis von $2 \cdot 5^{mm}$ Durchmesser. Das Gebiet der Area opaca werde ich Ringgebiet nennen; was der primären Area von durchsichtigem Fruchthof sich anfügt, soll das Zuwachsstück heissen.

Fig. 2.
Keimscheibe von 3.9 mm. 20fach vergrössert. Die Zahlen am Maassstabe bezeichnen die Schnittnummern.

Topographie des ersten Stadiums.

Der jüngste Keim, von dem ich eine brauchbare, wenn auch nicht ganz lückenfreie Querschnittreihe besitze, maass $3 \cdot 9^{mm}$, seine Area $2 \cdot 5^{mm}$ Durchmesser; das Ei war 11 Stunden bebrütet und in Chromsäure gehärtet. Die Zahl der Schnitte beträgt 32, was die ziemlich bedeutende mittlere Schnittdicke von $0 \cdot 12^{mm}$ ergiebt. Die Area ist kreisrund, auch fehlt in ihr ein ausgesprochener Axenstreif, dagegen ist das Embryonalgebiet durch grössere Undurchsichtigkeit und durch eine leichte Erhebung von der Umgebung unterschieden.

Die auseinanderzuhaltenden Strecken sind in der Reihenfolge von vorn nach rückwärts:

Vor der Area	die präareale Strecke,	$0 \cdot 7^{mm}$ lang	Schnitt 1—6 umfassend
Innerhalb der Area	die präembryonale Strecke, (vom Rande der Area zum Rande des Embryonalbezirkes.)	$0 \cdot 4^{mm}$ lang	„ 7—9 „

Innerhalb der Area	die *präcentrale Strecke* (vom Rande des Embryobezirkes bis zur Mitte der Keimscheibe)	0·85 mm lang	Schnitt 10—16 umfassend
	die *retrocentrale Strecke* (von der Mitte der Keimscheibe bis zum hintern Rande der Area)	1·25 mm lang	„ 17—26 „
Hinter der Area	*Retroareale Strecke*	0·7 mm lang	„ 27—32 „

Allgemeine Eigenschaften der Keimscheibe. Die Scheibe besteht in ihrer ganzen Ausdehnung aus der fester gefügten obern und der lockern *untern Keimschicht.* Für erstere acceptire ich den nun allgemein gebräulichen Ausdruck *Ectoderm*, für die letztere mag vorläufig die Bezeichnung einer „Keimschicht" beibehalten bleiben. Insofern das Ectoderm möglicherweise mehr als Medullarplatten- und Hornblattanlage, oder als das von mir sogen. *obere Grenzblatt*, umfasst, stellt es im Sinne *Götte's* noch eine „Keimschicht" dar; der Kürze halber verzichte ich indess darauf, dasselbe fortlaufend als obere Keimschicht zu bezeichnen.

Das Ectoderm schärft sich gegen den Rand hin etwas zu und ist im Ringgebiete einzeilig, innerhalb der Area meist zweizeilig. Die untere Keimschicht dagegen besteht, mit Ausnahme des äussersten Saumes, aus mehreren Zellenlagen. Im Ringgebiete etwas verdickt, läuft sie am Rande dünn aus, so dass von dem *Randwulste* (Keimwulst) der Autoren der dünne *Randsaum* noch ausdrücklich als besonderer Theil zu unterscheiden ist (Taf. V, Figg. 1, 2 u. 4). Die Zellen der untern Keimschicht sind grösstentheils kuglig, ihre Gruppirung an verschiedenen Stellen ungleich dicht. In grösserer Ausdehnung, obwohl noch nicht durchgreifend, beginnt sich ein *Endoderm*, oder *unteres Grenzblatt* als zusammenhängende Schicht etwas abgeplatteter Zellen auszuscheiden. Noch ist jedoch dasselbe von den überliegenden Zellen nicht anders als durch die abweichende Form geschieden. Auch mit dem Ectoderm sind intermediäre Zellen nicht allein in Berührung, sondern sie haften ihm vielfach derart an, dass sie ihm bei dessen Isolirung bald wie gestielte

Kugeln, bald wie flach zerfliessende Tropfen angefügt erscheinen (Taf. V, Figg. 3 u. 5 und Taf. VI, Fig. I *a—c*).[1]

Mit dem Keimwall steht die untere Keimschicht noch in keiner directen Beziehung, sie liegt ihm lose auf und eine glatte Grenzlinie scheidet jenen[2] vom Keime und von den zwischen dessen Unebenheiten befindlichen lichten Räumen (Taf. V, Figg. 1—4).

Als Grundlage weiterer Discussion folgt die

Tabelle über die Dickendimensionen des Keimes während des ersten Stadiums.

Maasse in μ.		Axiale Längsstrecke				Seitlicher Rand der Area				Seitliches Ringgebiet			Seitlicher Randsaum		
		a	b	c	d	a'	b'	c'	d'	a''	b''	c''	a'''	b'''	c'''
Schnitt-nummer	Bezeichnung der Strecke	Gesammt-dicke	Ectoderm	Untere Schicht	Spalte	Gesammt-dicke	Ectoderm	Untere Schicht	Spalte	Gesammt-dicke	Ectoderm	Untere Schicht	Gesammt-dicke	Ectoderm	Untere Schicht
1—4	Präareal	65	12	53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5—6	(1—6)	70	24	37	9	—	—	—	—	55	12	43	25	9	16
7—10	Präembryonal (7—9)	75	30	12	33	60	25	25	12	45	12	33	32	10	22
11—14	Präcentral	80	34	32	14	55	32	13	12	50	12	38	60	10	50
15—16	(10—16)	70	36	34	—	60	32	13	14	70	15	55	60	10	50
17—22	Retrocentral	70	34	37	—	70	23	47	—	70	15	55	50	10	40
23—26	(17—26)	65	30	35	—	65	18	47	—	80	15	65	45	12	33
29—29	Retroareal	65	20	45	—	—	—	—	—	85	17	68	40	13	27
30—32	(27—32)	80	18	62	—	—	—	—	—	80	17	62	35	15	20

Zuerst einige Worte über die Schärfe der Bestimmungen. Scharf bestimmbar ist im Allgemeinen die Dicke der obern Keimschicht, da diese scharf abgrenzt und in der Regel von parallelen Linien eingefasst ist. Immerhin ist im jetzigen Stadium selbst die obere Keimschicht noch etwas schwankend; ihre untere Fläche zeigt stellenweise Unebenheiten. Für die Messung habe ich stets nur solche Stellen benutzt, an welchen die Ränder auf grösserer Strecke parallel verliefen. Fehler über

[1] In Betreff der tropfenartig ausgebreiteten Zellen und Zellenhaufen kann man vielfach im Zweifel darüber sein, in wieweit sie als intermediäre Zellen, in wieweit als Ectodermbestandtheile anzusehen sind. Man vergl. z. B. Figg. 1 u. 2 von Taf. V.

[2] Auf diese Grenzlinie hat sich speciell auch Kölliker bezogen und sie als Argument gegen die Hereinziehung weissen Dotters in den Keim mit verwendet (*Entwicklungsgeschichte* 2. Aufl. p. 66).

über 2 μ kommen in der Dickenbestimmung der obern Schicht wohl kaum vor. Etwas schwankender sind die Werthe, die man für die Gesammtdicke des Keimes und theilweise auch der untern Keimschicht erhält. Dies hängt innerhalb der Area mit dem grössern oder geringern Klaffen der intermediären Spalte zusammen, innerhalb des Ringgebietes mit dem etwas wellenförmigen Verlaufe der untern Begrenzungslinie des Keimes und die Abweichungen von dem mitgetheilten Mittelwerthe vermögen stellenweise bis zu 10 μ zu betragen. Ausserdem ist zu beachten, dass die Dickenbestimmungen der untern Schicht an und für sich kein genügendes Bild von deren Massenentwicklung geben, weil ihre Dichtigkeit in verschiedenen Bezirken der Keimscheibe wechselt. Für dies Verhalten weiss ich zur Zeit keinen Maassstab zu geben. Wo zwischen Ectoderm und unterem Grenzblatt nur vereinzelte Zellen lagen, habe ich sie von der Messung ausgeschlossen, und nur insoweit habe ich die intermediären Zellen in die untere Keimschicht mit eingemessen, als sie eine zusammenhängende Lage bildeten. Es wird allerdings schwer in der Hinsicht scharfe Grenzen zu ziehen und die Beschreibung muss daher vielfach ergänzend den Zahlen zur Seite stehen.

Die Gesammtdicke des Keimes zeigt längs der Mittelinie nur mässige Schwankungen, etwas bedeutendere im Seitengebiet. Die Peripherie der Area ist im Allgemeinen dünner als das Mittelfeld, in der hintern Hälfte ist sie auch dünner als das Ringgebiet. Aus den Zahlen ergiebt sich ferner unverkennbar die mächtigere Entwicklung der hintern Scheibenhälfte gegenüber der vordern, sowohl im Ringgebiet, als innerhalb der Area; noch mehr wird dies allerdings anschaulich durch Vergleichung der Abbildungen Taf. VI, I *a*—*g*, sowie für die Ränder aus der Vergleichung von Taf. V, 1 u. 2, von denen jene den hintern, diese den vordern Rand einer sagittalgeschnittenen Keimscheibe von 3·9^{mm} Durchmesser darstellt.

Das Ectoderm misst innerhalb der Area längs der Mittellinie 30 bis 36 μ, sein Maximum erreicht es dicht vor der Scheibenmitte, im Seitentheile der Area beträgt seine Dicke 18—32 μ. Die hohen, von der Mitte wenig differirenden Werthe von 32 μ finden sich im Präcentralgebiete, geringere im präembryonalen (25 μ) und im vordern retrocentralen, die geringsten im Retrocentralgebiete. Jenseits der Area nimmt die Ectodermdicke nach allen Richtungen rasch ab, nach vorn bis zu 12, seitlich zu 15, nach hinten zu 17 μ. Für die mittleren Schnitte ist der Abfall am raschesten und kann auf der Länge von kaum $^1/_3$^{mm} über die halbe Dicke ausmachen (Taf. V, Fig. 5); nach rückwärts ist er am langsamsten und intra- und retroareale Dicken differiren hier nur wenig.

Die untere Keimschicht erreicht im Allgemeinen ihre Hauptent-

wicklung im Ringgebiet, und zwar auch wiederum in dessen hinterer Hälfte. Am dünnsten ist sie in dem halbmondförmigen Gebiete, welches den Embryonalbezirk der Area von vorn und von den Seiten her einfasst. In der hintern Scheibenhälfte ist die untere Keimschicht nicht allein dicker, sondern auch dichter gefügt, als in der vordern. In letzterer erreichen die intercellulären Lücken eine weit bedeutendere Entwicklung als in jenen, ein Verhältniss, das in besonderem Maasse das Aussehen des Randwulstes beeinflusst. Der verdünnte Randsaum erstreckt sich auf eine Entfernung von etwa ein Viertel Millimeter vom Rande. Zu äusserst ist die untere Schicht auf eine einfache, unterbrochene Zellenlage, die noch kaum den Namen eines Endoderms verdient, reducirt, dann treten erst einzelne und allmählig mehrfach sich überlagernde intermediäre Zellen zwischen Ectoderm und untersten Zellen auf (Figg. 1, 2 u. 4).

In Betreff der einzelnen Strecken bleibt dem Obigen nur Weniges beizufügen: die präareale Strecke charakterisirt sich durch das durchbrochene lockere Gefüge ihrer untern Keimschicht, diese steht noch auf der Stufe subgerminaler Fortsätze und es ist in ihr nicht zur Bildung eines untern Grenzblattes gekommen. In den an die Area anstossenden Theil der präarealen Strecke reicht noch die Spalte, welche im vordern Theile der Area das Ectoderm von der untern Keimschicht trennt. Die Trennung ist keine glatte, da einzelne Zellen frei vom Ectoderm in den Spaltenraum hineinhängen (Taf. V, Fig. 5, Taf. VI, Fig. I *a*—*c*).

Bei der präembryonalen Strecke tritt der Gegensatz zwischen Area und Ringgebiet schärfer als in andern Strecken hervor, indem in jener eine dicke Ectodermschicht über einer dünnen untern Schicht liegt, in diesem dagegen eine dünne obere Schicht eine dicke untere überlagert. Ein Endoderm aus dicken Spindeln bestehend ist schon durchweg erkennbar.

Der Uebergang von der präembryonalen zur präcentralen Zone geschieht in dieser früheren Zeit allmählig und äussert sich einestheils in der Zunahme der Ectodermdicke und in gewisser Ausdehnung auch der Dicke der untern Keimschicht. Die Spalte zwischen dem noch von einzelnen kugligen Anhängseln besetzten Ectoderm und der unregelmässigen Oberfläche der untern Keimschicht greift wenigstens im vordern Präcentralgebiet durch die ganze Area hindurch und es ist ausdrücklich zu betonen, dass zwischen beiden Schichten auch längs der Axe keine Verbindung vorhanden ist. Erst im Ringgebiet legt sich die untere Schicht dem Ectoderm an.

Allmählig nimmt in der retrocentralen Strecke die Dicke des Ectoderms ab, allmählig verdickt und verdichtet sich im Ringgebiet die untere Schicht, noch mehr aber ändert sich das Verhalten der letzteren

innerhalb der Area. Nur vereinzelte Zellen waren in der präcentralen Strecke am Ectoderm haften geblieben, die Hauptmasse intermediärer Zellen bildete eine dem Endoderm aufgelagerte, mehr oder minder fest zusammenhängende Schicht. Schon mit der Annäherung an die Mitte, noch mehr aber in der hintern Hälfte der Area nimmt die Menge der dem Ectoderm verbundenen Zellen erheblich zu; viele derselben liegen so, dass sie Brücken zwischen der Decke und dem Boden der Spalte bilden, und bald kann man überhaupt nicht mehr von einer Spalte reden, indem nun die intermediären Zellen als lockeres Gerüst den zwischen beiden Grenzblättern vorhandenen Raum erfüllen (Taf. VI, Fig. I *c—e*). Die Zahlen der Tabelle geben von der Massenzunahme der untern Keimschicht eine übertriebene Verstellung, weil die grössere Dicke, zum Theil wenigstens, auf Rechnung einer gleichmässigeren Vertheilung der Zellen durch den ganzen Zwischenraum zu setzen ist. — In der Nähe der zukünftigen Längsaxe liegen die Zellen etwas dichter gedrängt, doch bilden sie keinen irgendwie ausgeprägten axialen Strang, und es muss besonders betont werden, dass, noch jede stärkere Einbiegung des Ectoderms längs der Axe fehlt, und dass hinsichtlich der Abgrenzung und des Charakters der Schichten das Axengebiet nicht merklich von den daneben liegenden Strecken unterschieden ist.

Das eben beschriebene Verhalten der intermediären Zellen im retrocentralen Gebiete bildet den Uebergang zu demjenigen der retroarealen Strecke. Die mächtig und dicht gefügte Lage der intermediären Zellen liegt hier dem Ectoderm unmittelbar an, ohne dass jedoch die Grenzen beider Schichten verwischt wären. Auch eine leicht abgeplattete Endodermschicht hebt sich deutlich ab (Taf. V, Fig. I *f—g*).

Ueber das Verhalten des hintern Schnittrandes geben Querschnitte keine genügende Auskunft, darüber sind mediane Sagittalschnitte zu consultiren. Von den Präparaten die ich aus der Periode besitze, habe ich Taf. V, Fig. 1 ein Stück abgebildet, das einer 3·9^{mm} messenden, in Salpetersäure gehärteten Keimscheibe entstammt. Auch an dieser Scheibe betrug die maximale Dicke des Ectoderms vor der Mitte der Area 35 bis 36 μ, der Durchmesser der kugligen intermediären Zelle meist um 16 bis 17 μ. Die beim Uebergang ins hintere Ringgebiet mächtige untere Keimschicht beginnt in der Nähe des Randes erst langsam, dann rasch sich zu verjüngen, und sie läuft schliesslich, gleich wie im übrigen Ringgebiet in eine einschichtige und unterbrochene Lage aus. Zur Vergleichung ist in Fig. 2 der vordere Rand desselben Schnittes dargestellt, welcher, von geringerer Dicke ausgehend, minder steil abfällt, im Uebrigen in ganz ähnlicher Weise ausläuft, wie der hintere und wie die seitlichen Ränder der Scheibe.

Topographie des zweiten Stadiums.

Ich lege auch für diese Beschreibung ein concretes Object (Salpetersäurehärtung) zu Grunde mit den nachfolgenden Maassen:

Länge	der Keimscheibe	5·7 mm
„	der präarealen Strecke	1·4 „
„	der Area pellucida	2·9 „
„	der retroarealen Strecke	1·4 „

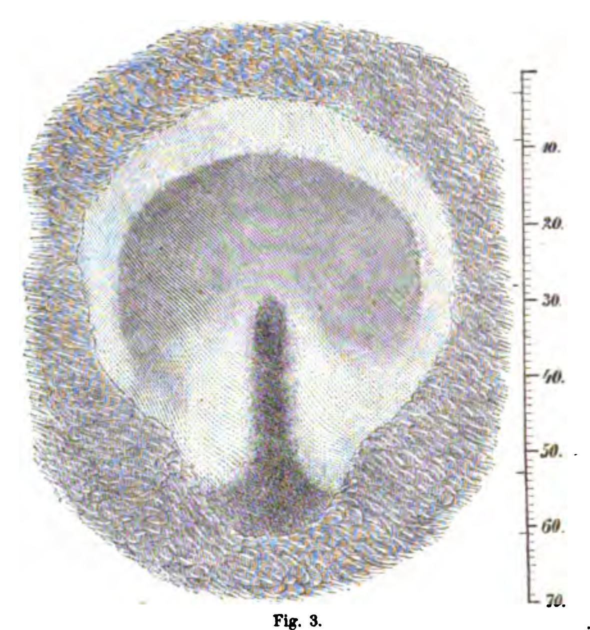


Fig. 3.
Area der Keimscheibe von 5.7 mm Durchmesser, 20fach vergrössert. Maassstab mit Schnittnummern. Die inneren Striche bezeichnen die Grenzen der einzelnen Strecken. (Reliefverhältnisse im Holzschnitt missglückt.)

Der Querdurchmesser der Area beträgt genau 2·5 mm, sonach ist von dem leicht birnförmig verlängertem Felde eine Strecke von 0·4 mm als Zuwachsstück zum primären Kreis zu verstehen.

Innerhalb der Area stehen von dem vorderen Rande ab:

der Rand des Embryobezirkes um	0·3 mm
das vordere Ende des Primitivstreifes .	1·3 „

Der Embryobezirk ist leicht schildartig erhoben, seine Mitte etwas vertieft, eine bogenförmige Linie bezeichnet seinen vordern Rand. Seine

hintere Hälfte wird von dem nach rückwärts bis über den Arearand sich erstreckenden Primitivstreif durchzogen,

die grösste Breite des Embryobezirkes beträgt		1·85 mm
die Breite des sichtbaren Primitivstreifens	vorn	0·3 „
	hinten	0·55 „

Soweit der Primitivstreif reicht, ist auch die erste Andeutung einer Primitivrinne vorhanden. Ihre Tiefe beträgt, da wo sie am grössten ist, nämlich vorn, kaum 10 μ. Nach rückwärts wird sie breiter und flacher. Die vordere Hälfte der Area enthält an Stelle der Primitivrinne eine breite seichte Einziehung, welche von jener durch das Verhalten ihrer Umgebung und vor allem durch das später zu beschreibende abweichende Verhalten der Keimschichten sich unterscheidet.

Meine Schnitte beginnen 0·15 mm vom vordern Rande der Area entfernt und reichen bis 0·4 mm vor den hintern Scheibenrand, es sind ihrer 81 von je 0·05 mm Durchmesser, sämmtlich tadellos. Nach ihrer Reihenfolge vertheilen sie sich:

in die präareale	Strecke	Schnitt	1—3
„ „ präembryonale	„	„	4—9
„ „ präcentrale	„	„	10—28
„ „ retrocentrale	„	„	29—53
„ das Zuwachsstück		„	54—61
„ die retroareale	„	„	62—81.

Tabelle über die Dickendimensionen des Keimes innerhalb der Area pellucida II. Stadium.

NB. Die Maasse a, b, c, d, a' etc. sind in μ, die der beiden Colonnen E'' und E''' in mm.

Schnitt-nummer	Bezeich-nung der Strecke	In der Mittelebene (axiale Längsstrecke) a Ge-sammt-dicke	b Ecto-derm	c Untere Schicht	d Spalte	0·15 mm seitlich um der Mittelebene (paraxiale Längsstrecke) a' Ge-sammt-dicke	b' Ecto-derm	c' Untere Schicht	d' Spalte	an der seitlichen Auftreibung (Lateralgebiet) a'' Ge-sammt-dicke	b'' Ecto-derm	c'' Untere Schicht	d'' Spalte	E'' seitl. Ent-fernung v. d. Mitte	Uebergangstheil a''' Ge-sammt-dicke	b''' Ecto-derm	c''' Untere Schicht	d''' Spalte	E''' seitl. Ent-fernung v. d. Mitte
1—4	präem-	70	20	12	48	65	20	12	45	—	—	—	—	—	50	17	12	21	0·3
5—8	bryonal	55	23	14	18	80	23	24	33	80	22	12	46	0·4	50	17	12	21	0·8
9—12		80	25	35	20	75	24	26	25	80	23	12	48	0·5	45	15	12	16	0·9
13—16		80	28	37	25	70	26	20	24	100	23	17	60	0·55	45	15	12	18	1·1
17—20	präcentral	50	30	15	5	68	28	24	16	140	23	50	68	0·6	50	15	12	28	1·2
21—24		55	33	22	0	60	31	20	9	120	27	55	38	0·65	45	15	15	15	1·25
25—28		70	37	25	0	60	33	27	0	90	27	40	35	0·75	45	17	11	17	1·25
29—32		80	(50)	(30)	0	74	34	40	0	75	25	18	32	0·85	40	16	11	13	1·25
33—36		100	(60)	(40)	0	90	32	58	0	60	25	12	23	1·0	40	16	12	12	1·2
37—40	retro-	115	(55)	(60)	0	95	32	63	0	60	24	11	25	0·85	45	16	(11	18)	1·1
41—44	central	140	(50)	(90)	0	90	32	58	0	—	—	—	—	—	45	15	(12	20)	0·9
45—48		115	(43)	(72)	0	80	29	51	0	—	—	—	—	—	40	15	(12	13)	0·7
49—52		105	(43)	(64)	0	80	(29)	51	0	—	—	—	—	—	40	15	(12	15)	0·55
53—56	Zuwachs-	78	(30)	(48)	0	52	(18)	34	0	—	—	—	—	—	43	15	28	0	0·5
57—60	stück	60	(23)	(37)	0	50	(17)	33	0	—	—	—	—	—	30	15	15	0	0·4
61—64		28	15	13	0	24	12	12	0										
65—68	retroareal	20	10	10	0	18	9	9	0										
69—72		15	8	7	0	13	6	7	0										
73—76		—	5	—	—	—	5	—	0										

Auch in dieser Tabelle sind nicht alle Werthe mit gleicher Schärfe bestimmbar gewesen. Scharfe Werthe für beide Schichten erhält man im Allgemeinen längs der Axe und in den daneben liegenden (paraxialen) Längsstrecken. Nur da hört längs der Axe die genaue Bestimmbarkeit der Schichtendicken auf, wo die obere Keimschicht mit der unteren sich vermengt, längs des Bodens der Primitivrinne. Ich habe für diesen Bereich in der Tabelle Annäherungswerthe aufgeführt und sie zur Unterscheidung zwischen Klammern gesetzt.

Die Bestimmung der Keimdicken giebt längs der Axe und neben derselben sichere Werthe, die bei der nur geringen Entwicklung der Längskrümmungen noch nicht erheblich durch eine wechselnde Neigung der Schnittebene beeinflusst sind. Im Seitengebiete der Area ist die Bestimmung der Gesammtdicke unsicher, weil die durch Auseinanderrücken der Schichten bedingte Auftreibung, je nach der Behandlung des Präparates, gegen den ursprünglichen Zustand vergrössert oder verringert sein kann. Ich habe die Mittel beider Seiten genommen, und wenn auch die Zahlen der beiden Colonnen a″ und d″ nicht beanspruchen können, ein genauer Ausdruck für die bezügl. Dimensionen des unpräparirten Keimes zu sein, so sind sie doch jedenfalls darin zuverlässig, dass sie das Mehr oder Weniger der Auftreibung, den allgemeinen Gang der Curve wiedergeben. Schärfere Werthe waren für den Randtheil der Area erhältlich.

In Betreff der intermediären Zellen habe ich dieselbe Regel befolgt, wie sie bei der I Tabelle; vereinzelt in den Spalten liegende Zellen wurden nicht gerechnet, bei unebener Oberfläche wurde das mittlere Niveau gewählt. In den Colonnen c‴ und d‴ sollen die zusammengeklammerten Werthe das Vorhandensein einer zwar zusammenhängenden, aber sehr lockeren Schicht ausdrücken. Auch für diese Tabelle bedürfen eben die Zahlen einer Ergänzung durch die Beschreibung.

Das Flächenwachsthum der Keimscheibe und die Verhältnisse des Ringgebietes.

Bei dem Keime von 3·9 mm Dm. betr. die Oberfl. der Keimscheibe 12·00 □mm
„ „ „ „ 5·7 „ „ beträgt sie . . . . 25·67 „

Diese Zunahme der Oberfläche auf etwas mehr als das Doppelte ist nach dem, was wir über das Verhalten der Area wissen, wesentlich eine Zunahme des Ringgebietes.

Bei 2·5 mm Dm. ist die Fläche der Area . . . . 4·906 □mm
die des Ringgebietes berechnet sich sonach bei I auf 7·094 „
bei II „ 20·741 „

Während die Breite des Ringes von 0·7 auf 1·6 ^{mm} angewachsen ist, hat sich dessen Fläche nahezu verdreifacht. Diese Flächenzunahme kann möglicherweise die Folge einer entsprechenden Massenzunahme sein, sei es dass diese durch Apposition am Rande, oder durch Intussusception erfolgt ist. Sie kann aber auch ihren Grund in einer flacheren Ausbreitung des vorhandenen Materiales, oder endlich in einer Combination von Massenzunahme mit Ausbreitung haben.

Ueber das Vorkommen einer Substanzausbreitung muss die Vergleichung der Dickenwerthe sofortigen Aufschluss geben. Für den unmittelbar vor der Scheibenmitte liegenden Querstreifen betragen die Ectodermdicken:

	längs der Axe	am Rande der Area	im Ringgebiet	am äussersten Randsaume
bei I (Schnitte 15—16)	36 μ	32 μ	15 μ	10 μ
„ II (Schnitte 25—28)	37 „	17 „	5 „	$9^1/_2$ „

Es sind sich sonach im Centrum des Keimes und am äussersten Randsaume die Ectodermdicken nahezu gleich geblieben (die Unterschiede fallen in die Breite der Fehlergränzen). Am Rande der Area dagegen ist die Dicke des Ectoderms auf beinahe die Hälfte, im Ringgebiete auf ein Drittheil ihres früheren Werthes gesunken.

Eine gleich bedeutende Verdünnung, wie im seitlichen hat das Ectoderm auch im vordern und hintern Ringgebiete erfahren. Dort ist in kürzerer, hier in etwas grösserer Entfernung vom Rande der Area dessen Dicke auf 5 μ herabgegangen. Dabei ist ringsherum das Ectoderm einschichtig, seine Zellen und deren Kerne sind abgeplattet und nur sparsam und in unregelmässiger Zerstreuung bleiben hie und da knotenartige Verdickungen mit mehrfacher Schichtung der Zellen übrig (Taf. V, Fig. 8).

Die im gesammten Umkreis erfolgte Abnahme des Ectoderms auf ein Drittheil oder weniger als ein Drittheil der früheren Dicke lässt keinen Zweifel darüber zu, dass das Flächenwachsthum des Ringgebietes, soweit es das Ectoderm betrifft, in erster Linie eine Folge der Substanzausbreitung ist. Es liegt kein Grund vor, eine gleichzeitige Massenzunahme der sich ausbreitenden Substanz in Abrede zu stellen, allein in irgendwie hervorragender Weise macht sie sich zur Zeit nicht bemerkbar.

Weniger einfach als für das Ectoderm stellt sich die Sache für die untere Keimschicht. Während des I Stadiums bestand diese im Ringgebiete bis zum Randsaum allenthalben aus einer mehrfachen Lage runder, dotterkörnerhaltiger Zellen, die in der vorderen Scheibenhälfte lockere Gerüste bildeten, in der hinteren dichter sich zusammendrängten. Vom

unterliegenden weissen Dotter des Keimwalles war die Schicht durch eine scharf gezogene Grenzlinie, anscheinend einer dünnen Membran, getrennt (Taf. V, Fig. 1—5). Dies ist nun völlig anders geworden. In der unteren Keimschicht verliert sich nach ihrem Uebergang in das Ringgebiet, bald früher, bald später die Spur abgegränzter Zellen, und es ruht nunmehr die dünne einschichtige Ectodermlage unmittelbar auf einer von groben Dotterkörnern und Dotterkugeln durchsetzten trüben Schicht, welche, nach unten unregelmässig sich abgränzend, eine mittlere Dicke von 0·1 bis 0·15 ^{mm} behauptet. Am äussern Rande der Scheibe hat sich das frühere Verhältniss erhalten, denn da liegen mehrere Zellenschichten übereinander und sind vom unterliegenden Dotter scharf geschieden (Taf. V, Fig. 7). An den Schnitten des abgespülten Keimes überragt dieser mehrschichtige Randtheil als eine von anhaftendem Dotter freie Platte den dicken und unscharf umgränzten dotterhaltigen Theil des übrigen Ringgebietes. Die Dicke dieser Platte beträgt in den Seitenabschnitten der Scheibe 20—25 μ, wovon 9—10 μ für die obere Schicht abgehen, ihre Breite kann sich bis auf $^2/_5$ ^{mm} belaufen.

Da wir nun die Zellen der untern Keimschicht nur in diesem äussern Randwulste und hinwiederum am innern Uebergangstheil zu der Area aufzufinden vermögen, so muss die Schicht entweder unterbrochen, oder sie muss auf das tiefste modificirt worden sein.

Eine Unterbrechung der untern Schicht im Ringgebiete scheint auf den ersten Blick nicht unwahrscheinlich. Man kann sich vorstellen, dass die rasch sich ausdehnende Ectodermlage einen Zug ausgeübt habe, welchem die weichen untern Schichten nicht zu widerstehen vermochten, und dass unter dessen Einfluss ein äusserer, dem Rande folgender Ring von der innern Scheibe sich losgelöst habe. Zwischen beiden hindurch würde sich dann der weisse Dotter bis zum Ectoderm vorgedrängt haben.

Die Haltbarkeit der eben formulirten Möglichkeit prüfen wir zunächst durch Abwägung der im Betracht kommenden Substanzmassen. An den Schnitten 25—32 von No. II beträgt die Breite des Randwulstes 0·38 ^{mm}, die mittlere Höhe seiner untern Schicht 0·023 ^{mm}, an den Schnitten 13—20 von No. I die Breite des ganzen Ringgebietes 0·75 ^{mm}, die mittlere Höhe seiner untern Keimschicht mindestens 0·05 ^{mm}. Wir berechnen daraus die beiden Ringe, ein Verfahren, das trotz der allfälligen Ungleichheiten in der Scheibenperipherie zulässig ist, weil das Verhältniss sich nicht ändert, wenn wir statt des ganzen Ringes nur einen Sector desselben in Betracht ziehen.

Unter Zugrundelegung obiger Werthe beträgt das Volum der untern Keimschicht

für Ring I 0·353 □^{mm}
„ „ II 0·075 „

d. h. der Ring I enthält 4·7 mal soviel Substanz, als der Ring II. Die Differenz ist eine so bedeutende, dass auch die Berücksichtigung des minder dichten Gefüges von Ring I und die Herbeiziehung der allfällig am inneren Ende des Ringgebietes II übrig gebliebenen Zellen nicht entfernt im Stande sind, das Deficit zu decken. Es bleibt also nur die zweite Möglichkeit übrig, das die untere Keimschicht im Randgebiete von II ununterbrochen, aber tief modificirt vorhanden sei.

Die Schicht, auf welcher die dünne Ectodermlage in der Hauptbreite des Ringgebietes aufruht, enthält die Bestandtheile weissen Dotters, feinere und grobe Dotterkörner, auch sind trotz der Salpetersäurebehandlung noch einzelne unzerstörte Dotterkugeln mit ihren stark lichtbrechenden Inhaltskörpern zu erkennen. Dazwischen liegt aber eine helle, an dünnen Stellen und an den Rändern deutliche hervortretende Zwischenmasse. Die gesammte Schicht haftet nicht allein dem Ectoderm an, sondern sie besitzt auch so vielen innern Zusammenhang, dass sie trotz aller vorausgegangener Behandlung nicht in ihre Bestandtheile zerfallen ist. Ihre Dicke varirt von 0·1—0·15^{mm}, sie erreicht dieselbe ziemlich plötzlich am innern Rande des Ringgebietes und behält sie mit mässiger Schwankung bei bis in die Nähe des oben besprochenen zelligen Randwulstes, gegen den hin sie rasch abfällt. Am Rande der Area aber läuft sie in einen kolbigen, einem Processus ciliaris vergleichbaren Vorsprung aus. (Ausser Taf. V, Fig. 2 dieses Aufsatzes vergl. man die Figg. von Taf. II u. Taf. VI meiner *Monogr.*). Nach dem, was ich an anderem Orte bereits eingehend festgestellt habe,[1] ist die fragliche, der Zellengrenzen entbehrende Schicht ein Gemenge von weissen Dotterbestandtheilen und von ächtem Keimprotoplasma, und sie ist dadurch entstanden, dass die Zellen der untern Keimschicht zunehmende Mengen weissen Dotters, und zwar nicht allein zerfallene Dotterbestandtheile, sondern auch ganze Dotterkugeln in sich aufgenommen haben und dann weiterhin unter Verwischung ihrer äussern Gränzen in einander geflossen sind. Selbst an Salpetersäurepräparaten gelingt es die Zwischenglieder dieses Vorganges zur Anschauung zu bringen, und ich habe in Taf. V, Fig. 9 und 10 zwei solche dargestellt. 10 ist dem retroarealen Bezirk einer Keimscheibe von 7·3^{mm} entnommen, 9 stellt den präarealen Uebergangstheil dar; bei 9 sind die einzelnen, durch Aufnahme von Keimwallbestandtheilen stark geschwellten Elemente der untern Keimschicht

[1] Ausser in meiner *Monographie* in der *Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte.* Bd. I. p. 277 u. folg.

noch getrennt von einander, bei 10 deutet nur die wolkige Beschaffenheit des Keimwalls auf dessen Zusammensetzung hin.

Ueber den Grund, weshalb die Metamorphose der untern Keimschicht, ihre Vermengung mit der Keimwallsubstanz nur in einem Theile der Breite eingetreten ist, giebt die genauere Beobachtung des Randwulstes einige Andeutungen. Schon früher wurde darauf hingewiesen, dass während des I Stadiums eine, wahrscheinlich von einer Grenzmembran herrührende scharfe Contour die untere Keimschicht vom Dotter trennt. Diese Contour ist auch jetzt unter dem zelligen Randwulste vorhanden, sie fehlt aber im innern, oder Keimwalltheile des Ringgebietes. Es führt dies auf die Vermuthung, dass der weisse Dotter eine Weile durch eine Gränzschicht vor der Invasion der überliegenden Keimzellen geschützt blieb, dass dann aber diese Schicht zerrissen oder durchbrochen wurde, und nunmehr die freie Vermengung beider Lagen eintrat. Am Randwulste, an welchem die Schicht auch jetzt noch vorhanden ist, enthalten die Zellen der untern Schicht keine grösseren Dotterbestandtheile mehr.[1]

Berücksichtigen wir, dass die Fläche des Ringgebietes sich ungefähr verdreifacht hat, und dass die Dicke der Keimwallstrecke des Ringes wenigstens 2mal so gross ist als die Dicke der frühern untern Keimschicht, so können wir daraus abschätzen, dass im durchwachsenen Keimwall das Keimprotoplasma etwa ein Sechstel der Maasse ausmacht, eine Schätzung, die mit dem, was den Augenschein an frischen Präparaten lehrt, nicht in Widerspruch steht.

Die Area pellucida und das retroareale Embryonalgebiet.

Mit dem Erscheinen des Primitivstreifens, welcher unser Stadium kennzeichnet, beginnt eine etwas schärfere Bezirksscheidung sich Bahn zu brechen. Immerhin sind die Anfänge einer Abgliederung noch leise genug, und auch an Durchschnitten ist, infolge der allmähligen Schichtenzuschärfung, sowie der breiten Anlage der auftretenden Falten kaum möglich, anders, als sehr im Allgemeinen zu bestimmen, wie weit der eigentliche Embryonalbezirk sich erstreckt.

Das Verhältniss der Schichten zu einander ist folgendes: In der präembryonalen und im vordern Theile der präcentralen Strecke ist das Ectoderm beiderseits glatt begränzt, und die untere Keimschicht, aus

[1] Das Ausbleiben der Dotterdurchwachsung am Rande des Keimes giebt auch Rauber an (*Stellung des Hühnchens.* p. 16).

einer Lage abgeplatteter Endoderm- und aus darüber sich ausbreitenden intermediären Zellen bestehend, ist von ihr durch eine Spalte abgetrennt. Die Spalte erstreckt sich nach vorn und nach den Seiten hin ein Ende weit ins Ringgebiet, ihre Höhe nimmt von vorn nach rückwärts ab. In der Mittellinie verliert sie sich noch innerhalb des Präcentralgebietes, während ihre Seitenabschnitte sich in den vordern Theil des Retrocentralgebietes verlängern (Taf. V, Fig. II *a*—*d*). Am weitesten ist die intermediäre Spalte im seitlichen Präcentralgebiet, und durch das Klaffen der Schichten entsteht hier die den vorläufigen Rand des Embryobezirkes bestimmende Auftreibung (Taf. V, Fig. 6 und *Monographie* Taf. VI, Fig. II 2).

In der Präcentralstrecke sind Ectoderm und untere Keimschicht auch da, wo sie sich berühren, durch eine scharfe Contour, sowie auch durch das verschiedenartige Verhalten ihrer Zellen geschieden. Im Primitivrinnnengebiete dagegen verliert sich die Gränze der Schichten, und beide hängen in einer gewissen Breite völlig unter einander zusammen. Es ist dies, wie Remak richtig erkannt hat, eine secundäre Verschmelzung, denn im I. Stadium war auch hinter dem Scheibencentrum die obere Schicht von der unteren durch eine Contour getrennt gewesen. Zeitlich und räumlich fällt die Auflösung der Ectodermgränze mit der Bildung der Primitivrinne zusammen. Sie erfolgt in mehr oder minder ausgeprägter Weise in der ganzen Breite der nach abwärts vortretenden Längsleiste des Ectoderms und, wie ich dies schon an andern Orten hervorgehoben hatte, so handelt es sich dabei um ein Aufbrechen der bis dahin geschlossenen Zellenplatte, nach Ueberschreitung ihrer Elasticitätsgränzen. Anstatt die Keilform zu bewahren, welche sie als Schlusssteine des abwärts gerichteten Gewölbes haben müssten, nehmen die Zellen unter Lockung ihres bisherigen Gefüges Formen an, welche sich mehr der Kugelgestalt nähern, und damit verliert sich auch die Möglichkeit sie scharf von den anstossenden intermediären Zellen zu unterscheiden. Zwischenstufen des Vorganges lassen sich seitlich und vor der der Primitivrinne entsprechenden Ectodermleiste verfolgen (II *d* u. *f*.). Die Zellen wölben sich zunächst halbkuglig über die untere Plattencontour vor, ohne dass die Ectodermgränze dabei verloren geht; bei weiterer Entwicklung der Ausbiegung aber verliert sich die Scheidung: die keulenförmigen oder kugligen Zellen der obern Schicht vermengen sich völlig mit den kugligen intermediären Zellen. Den der Biegung entsprechenden Spannungen gemäss sind die hohen, den Boden der Primitivrinne bildenden Zellen des Ectoderms dicht aneinander gedrängt und radiär d. h. mit ihren Längsaxen senkrecht zur Oberfläche gestellt. Zwischen ihre unteren, auseinanderweichenden Enden schieben sich etwas

breitere Spindeln, zwischen diese Keulen ein, und an diese schliessen sich die tiefer liegenden, keinem Seitendrucke ausgesetzten kugligen Formen an.

Die ausgebogene Strecke, in deren Bereich die Elasticitätsgrenzen der Ectodermplatte überschritten sind, ist gegenüber der übrigen Platte verdickt. Die Verdickung beginnt von da ab, wo die untere Gränzcontour höckrig wird, steigert sich aber am Boden der Primitivrinne bedeutend. Wegen der Schichtenvermengung lässt sich nur dadurch eine grobe Abschätzung des beiderseitigen Antheils erreichen, dass man sich die Anfänge der beiderseitigen Bogenlinien medianwärts verlängert denkt. Die starke Verdickung der oberen Keimschicht im Primitivrinnenbereiche kann die Folge eines hier absolut viel stärkeren Massenwachsthums der Substanz, oder sie kann die Folge von Stoffzusammendrängung sein, wobei in letzterem Falle natürlich nicht ausgeschlossen bleibt, dass das Massenwachsthum der axialen Strecken bedeutender ist, als das der lateralen. Um die Sache concret auszudrücken, so kann eine doppelte Dicke des Primitivrinnenbodens davon herkommen, dass die früher hier vorhandenen Zellen an Masse sich verdoppelt haben, oder dass zu der Masse der früher vorhandenen von den Seiten her eine gleich grosse Masse herangeschoben worden ist. Im ersteren Falle entspricht einer früheren Breiteneinheit auch eine spätere, im letzteren Falle zwei früheren Breiteneinheiten eine spätere.

Innerhalb des Verdickungsgebietes sind die Zellen des Ectoderms spindel-, keil- und pallisadenförmig gestreckt und um so schmaler, je näher sie der Axe liegen, ihre Längsdurchmesser stehen senkrecht zur Oberfläche, d. h. sie divergiren fächerförmig nach abwärts. Diese Form und Anordnung der Zellen kann in Betreff der oben aufgeworfenen Frage nicht ohne Weiteres als Entscheidungsmotiv dienen, dagegen spricht sie in Verbindung mit der Gesammtform der Ectodermplatte allerdings für den Vorgang seitlicher Zusammenschiebung. Ein lokal intensives Massenwachsthum könnte zwar eine beiderseits hervortretende Auftreibung der Platte erzeugen, kaum aber eine rinnenförmige Vertiefung.

Der Streifen, längs dessen das Ectoderm einer untern Gränze entbehrt (**Remak's** Axenplatte), ist am hintern Ende der Area verbreitert, und seine an Durchschnitten bestimmbare Breite entspricht der aus der Flächenbetrachtung sich ergebenden des Primitivstreifens. Sie beträgt bei

			die Ectodermdicke an der Stelle des Freiwerdens:
Schnitt	29—32	0·28 mm	34 μ
„	37—40	0·28 „	31 „
„	49—52	0·52 „	21 „
„	53—56	0·65 „	13 „

An den letzteren, bereits dem Zuwachsgebiet angehörigen Schnitten überragt die Axenplatte den seitlichen Rand der Area (Taf. VI, Fig. II*f* u. *f*''); noch weiter nach rückwärts verliert sich die Primitivrinne. Die untere Ectodermgränze ist zwar noch bis in das retroareale Gebiet herein erkennbar, allein eine nach auswärts sich zuschärfende Zellenplatte (Taf. VI, Fig. II*g*) ist der untern Ectodermfläche innig angelagert. Ihre Breite bis zur Stelle des Auslaufens beträgt

bei Schnitt 57—60	1·2 mm
„ „ 61—64	1·2 „

Weiter nach rückwärts werden das Ectoderm und die ihm anhaftende Platte immer dünner und letztere verliert sich vollständig etwa $^1/_2$ mm vom hintern Arearande entfernt.

Wir werfen noch einen Blick auf die Schwankungen in der Dicke des Gesammtkeimes und wenden uns dann speciell zu den einzelnen Schichten. Längs der Axe wechselt die Dicke des Keimes wiederholt. Vom vordern Rand der Area an wächst sie und erreicht am vordern Ende des embryonalen Bezirkes ein erstes Maximum. Von da nach rückwärts nimmt sie ab bis zu einem vor der Keimscheibenmitte gelegenen Minimum. Mit Ueberschreitung der Mitte neues Ansteigen und hohes langgestrecktes Maximum in dem retrocentralen Gebiete. Dann abermaliger Abfall an dessen hinterem Ende. Um diesen Wechsel zu verstehen, ist es nothwendig sich in Erinnerung zu rufen, dass der Embryobezirk der Keimscheibe bereits schildartig über seine Umgebung sich erhebt. Die Axe des Schildes ist am vordern Ende, sowie im hintern Viertheil der Area dorsalwärts convex ausgebogen, während die Mitte selbst eingezogen erscheint. An den ausgebogenen Stellen entfernt sich das untere Gränzblatt vom obern, an den eingezogenen rücken sich die beiden entgegen, d. h. wir haben es mit dem zu thun, was ich s. Z. (*Monogr.* p. 143) als „Eigenfalten" des untern Blattes bezeichnet habe. Aehnliche Eigenfalten zeigt auch die Betrachtung der Transversalschnitte vor allem ein starkes Auseinanderweichen der Blätter innerhalb des Lateralgebietes. Die paraxiale Längsstrecke 0·15 mm seitlich von der Axe zeigt, wie die axiale Strecke, ein An- und Absteigen der Dickenwerthe, nur sind sowohl die maximalen als die minimalen Gränzwerthe weniger excessive. Die höchsten Maxima betragen 95 anstatt 140, die geringsten Minima innerhalb der primären Area 60 anstatt 48.

Die seitl. Auftreibung erreicht ihr Maximum im präcentralen Gebiet und ist in der hintern Hälfte des retrocentralen überhaupt nicht mehr nachweisbar. Die Dicke des Uebergangstheiles ist durchweg gering, und sie schwankt ohne wahrnehmbare Regel innerhalb enger Gränzen.

Das Ectoderm zeigt nunmehr innerhalb der Area grössere Dickenunterschiede als im I Stadium. Damals schwankten, wenn wir vom retrocentralen Uebergangstheile absehen, die Werthe zwischen 25 und 35 μ, jetzt ist das Minimum durch die eingetretene Verdünnung der Peripherie auf 15—17 μ herabgesunken. Die Verdünnung betrifft sowohl die präembryonale Strecke, als die seitlichen Uebergangsgebiete der Area, keineswegs aber die in den Bereich des Embryonalgebietes fallenden Strecken. Die Dicke des Ectoderms erreichte längs der Primitivrinne Werthe, welche die frühern Maximalwerthe weit übersteigen, vor derselben ist die Dicke unverändert geblieben (37 μ gegen 36 μ früher). In der paraxialen Colonne fällt das Maximum von 33—34 μ in die Schnitte unmittelbar vor und hinter der Mitte. Von Schnitt 21—44, d. h. in einer Länge von 1·2 ^{mm} erhält sich die Dicke über 31 μ, von Schnitt 17—52 in einer Länge von 1·8 ^{mm} über 28 μ und von diesem dicken Plattentheile kommt nur ein Drittheil vor die Mitte, die beiden andern hinter dieselben zu liegen. Von der Mitte der Area aus nach rückwärts geschieht somit die Dickenabnahme erst nur sehr langsam, dann aber beim Verlassen des primären Areakreises rasch; nach vorn geht sie dagegen mehr stetig und gleichmässig vor sich. Hier folgen sich längs der Axe die Zahlen:

37, 33, 30, 28, 25, 23, 20

in den paraxialen Strecken:

33, 31, 28, 26, 24, 23, 20.

Auch nach den Seiten hin ist die Dickenabnahme stetig, etwas langsamer in der innern Hälfte, etwas rascher in der Nähe des Randes. Beim Uebergang ins Ringgebiet ist die Dicke in der ganzen Peripherie auf 15—20 μ herabgegangen, im Ringgebiete selbst sinkt sie, wie wir oben sahen, bald bis auf 5 μ herab.

Die Verdünnung, welche das Ectoderm innerhalb der Area erfährt, ist, laut obige Angaben, nur am Rande eine etwas beträchtliche, (vgl. p. 134). Hier ist die Dicke auf beinahe die Hälfte ihres früheren Werthes herabgegangen, allein schon in geringer Entfernung vom Rande ist die Differenz der früheren und der nunmehrigen Werthe gering, sie gleicht sich weiterhin ganz aus, und im Primitivrinnengebiet ändert sie ihr Vorzeichen, und anstatt der Verdünnung, findet sich hier eine nicht unbeträchtliche Verdickung der Platte. Diese, wie wir oben sahen, auf eine Substanzzusammendrängung zu beziehende Verdickung bildet einen Theil der Compensation für die Flächenausbreitung der peripherischen Bezirke; ein anderer Theil der Compensation liegt in den Faltungen des Ectoderms. Es hat sich nämlich der Durchmesser der Area nicht vergrössert, auch ist eine freie Verschiebung des Ectoderms über der un-

tern Keimschicht nur soweit denkbar, als beide sich bereits von einander gelöst haben, d. h. nur bis in den Beginn des Ringgebietes; somit wird sich die effective Flächenzunahme des arealen Feldes in der Faltenentwicklung kund geben. Einen Maassstab für diese Verhältnisse gewinnt man, wenn man die Distanz zweier entgegengesetzter Endpunkte einmal direct und dann den Biegungen entlang misst, und sodann die Differenz beider Werthe bestimmt. Ich theile im Nachfolgenden einige Werthbestimmungen mit und bemerke dabei, dass ich als Endpunkte der Messung die Stellen genommen habe, in denen das Ectoderm mit der untern Keimschicht zusammentrifft, bez. die Endpunkte der intermediären Spalte. Dies ist deshalb nöthig, weil da, wo die Spaltung in das Ringgebiet übergegriffen hat, auch die Faltungen zum Theil schon in dessen Bereich fallen.

Schnitt-nummer	Strecke	Directer Abstand der 2 Endpunkte	Abstand im Bogen gemessen	Differenz
4	präembryonal	0·9 mm	0·93 mm	0·03 mm
10	"	2·0 "	2·05 "	0·05 "
18	präcentral	3·0 "	3·07 "	0·07 "
25	"	3·0 "	3.05 "	0·05 "
30	retrocentral	3·4 "	3·45 "	0·05 "
42	"	2·5 "	2·55 "	0·05 "
50	"	2·0 "	2·02 "	0·02 "

Die Differenzen sind noch gering, und sie erreichen ihr absolutes Maximum in der präcentralen Strecke; nach vorn und nach rückwärts davon nehmen sie ab. Relativ am grössten sind sie in den vordersten Schnitten, etwa 3 % der Breite; in den mittlern Schnitten betragen sie etwa 2 %, weiter nach rückwärts nur noch 1 %.

Die untere Keimschicht. In der ganzen Ausdehnung der Area sind die tiefern Zellen der untern Keimschicht zu einer zusammenhängenden Endodermlage verbunden. Die zwischen ihr und dem Ectoderm vorhandenen intermediären Zellen bilden eine nach Dichtigkeit und nach Lagerung in verschiedenen Abschnitten verschieden sich verhaltende Schicht. Die Massenentwicklung derselben nimmt im Allgemeinen innerhalb der Area von vorn nach rückwärts zu, und sie erreicht ihr Maximum etwas hinter dem Mittelpunkte der Scheibe; von da ab nimmt sie erst langsamer und dann rasch ab. —

Für die einzelnen Strecken ergiebt sich Folgendes: im präembryonalen Abschnitte liegen die kugligen Intermediärzellen in unterbrochener Lage, über dem Endoderm ausgebreitet, vom Ectoderm durch eine weite Spalte geschieden (Taf. VI, II *a*). Beim Uebergang in den Embryonalbezirk nimmt ihre Menge zu und ihre Schichtung wird eine mehrfache, auch treten Zellen frei im Spaltraum, theils einzeln, theils in Ketten vereint auf (Taf. VI, II *b*). Im allervordersten Präcentralgebiet sind die intermediären Zellen in der Nähe der Axe reichlicher vorhanden, als in den Seitenabschnitten der Area; dann aber kehrt sich das Verhältniss um, der mittlere Theil der Schicht wird dünn und unterbrochen, während dafür im Seitengebiete die Zellen zu einer stärkeren Platte sich anhäufen (Taf. V, Fig. 6). Es ist unschwer zu erkennen, wie diese Platte der spätern Herzanlage entspricht. Die Zahlen für die Dicke der untern Schicht in den nebeneinander liegenden Strecken bestimmte ich bei

		axial	paraxial	lateral	Rand
den Schnitten:	13—16	37	20	17	12
	17—20	15	24	50	12
	21—24	15	20	55	15
	25—28	25	27	40	11

Es ist zu beachten, dass, wie bereits im ersten Stadium, die intermediäre Schicht, soweit sie zu selbständiger Entwicklung gelangt ist, auf dem Endoderm unmittelbar aufruht. Dies Verhältniss, sowie der ganze Charakter der intermediären Schicht ändert sich beim Uebergang in das Gebiet des Primitivstreifens, bez. in das Retrocentralgebiet. Die Massenvertheilung schlägt wieder derart um, dass die grössere Schichtendicke auf die Mitte fällt und aus den Zahlen für

		paraxial	lateral	Rand
Schnitte	29—32	34	18	11
	32—36	32	12	12
	37—40	32	11	11

ergiebt sich, dass jenseits 32 (des Scheibenmittelpunktes) die Menge der intermediären Zellen in den seitlichen Areabezirken rasch auf ein Minimum sinkt. Zugleich lockert sich die intermediäre Schicht mehr und mehr auf und bildet ein die ganze Höhe des Zwischenraums einnehmendes Gerüst (Taf. V, II *d. e*). Mit der Annäherung an das Zuwachsgebiet und nach dem Uebergange in dieses wird die Zellengruppirung auf der dem Ectoderm zugewendeten Seite dichter, als auf der untern. Allmählig kommt es wieder zur Bildung einer compakten Platte, die nun aber dem Ectoderm anliegt, und die mit ihren zugeschärften Rändern sich diesem

genau anschliesst. Hinter Schnitt 50 erscheint die Hauptmasse der intermediären Platte durchaus als eine Dependenz des Ectoderms, und nur ein verhältnissmässig kleiner, wenig weit nach aussen reichender Theil der Zellen ordnet sich dem Endodem zu (Taf. VI, Fig. II *f'* u. *f''*). Die Breite der intermediären Platte bestimmt in der Folge die Ausdehnung des eigentlichen Embryogebietes. Sie ist wegen der Zuschärfung der Ränder nicht sehr scharf zu bestimmen, daher auch die nachfolgenden Zahlen nur als Annäherungen aufzufassen sind:

Die Breite der Intermediärplatte

beträgt bei Schnitt	29—32	1·3 mm
	33—36	1·25
	37—40	1·1
	41—44	1
	45—48	1
	49—52	0·85
	53—56	0·96
	57—60	1·2
	61—64	1·2
	65—68	1·2

Weiter nach rückwärts ist sie bei ihrer geringen Dicke nicht mehr zu messen. Setzen wir die hintere Zuschärfung der intermediären Platte, jenseits deren sich auch das Ectoderm auf das äusserste verdünnt, als vorläufigen Abschluss des Embryobezirkes, so besitzt dieser zur Zeit eine Länge von 3 mm, wovon 0·5 mm in das retroareale Ringgebiet fallen. Dahinter folgt eine Keimwallstrecke, welche wie die entsprechenden seitlichen nur von einem dünnen einschichtigen Ectoderm überlagert ist, und den Schluss bildet auch hier ein mehrschichtiger Randwulst. Dieser letztere steht mit dem sichtbaren Embryoende in keiner Verbindung. Tafel V, Fig. 11 zeigt diesen hintern Randwulst vom medianen Längsschnitte einer Keimscheibe von 7·3 mm Durchm.

Es bleibt noch übrig vom Verhalten der einzelnen Zellen zu sprechen:

Das Ectoderm besteht innerhalb der Area aus mehreren keilförmig in einander sich verfugenden Zellenlagen; an den dickeren Stellen sind es deren mindestens drei, näher am Rande noch zwei und im Ringgebiete mit Einschluss des Randsaumes liegen, abgesehen von den oben citirten vereinzelten Knoten, die Zellen in einfacher Lage.

Die Zellen des Endoderms haben sich gegen früher abgeflacht, am meisten längs der Axe, etwas weniger in der Peripherie der Area. Dagegen hat sich die Flächenausdehnung der Endodermplatten gegen früher nicht merklich geändert (Dicke 6—8 μ, Flächendurchmesser 20 bis 25 μ).

Die intermediären Zellen waren während des ersten Stadiums vorwiegend kuglig, theils ohne Ausläufer, theils in kurze Spitzen auslaufend, mittelst deren sie unter einander in Verbindung traten. Wie die Zellen des Ectoderms und die des Endoderms enthielten sie nur grobe Dotterkörner. Im zweiten Stadium ist das Vorhandensein von Ausläufern bei ihnen ein noch allgemeineres, und es bildet die lockere intermediäre Platte des Retrocentralgebietes ein förmliches Gerüstwerk, (Taf. VI, Fig. II. *c*—*f*), während im vordern Präcentralgebiet aneinander gereihte Spindeln auftreten (Taf. VI, Fig. II *b*). Immerhin fehlt es nicht an einfach kugligen Zellen, die scheinbar der Ausläufer entbehren.

In Betreff der Grösse wies das erste Stadium bedeutendere Differenzen auf als das zweite. Am zahlreichsten fanden sich Mittelformen von 20 μ, in unmittelbarer Nachbarschaft daneben kleinere bis zu 16 μ herab und grössere bis zu 30 μ. Im zweiten Stadium kommen so grosse Sprünge nicht mehr vor, ein gewisser Gegensatz besteht indess zwischen präcentralem und retrocentralem Gebiete der Area, dort messe ich Formen von 15—19, hier von 12—15 μ (Kerndm. 7 μ).

Sehen wir ab von einem allfälligen Massenwachsthum der intermediären Zellen, so entspricht das Verhältniss zwischen früheren und nunmehrigen Grössen einer Verdoppelung bis Vervierfachung der Zahl (d. h. einer im Mittel 1—2fachen Theilung). Das Volum einer Kugel ist nämlich bei

20 μ	Durchm.	4188 $^{cub}\mu$
17	„	2572 „
15	„	1767 „
13	„	1150 „

Ausser den beschriebenen Formen von Zellen, welche ich kurzweg als intermediäre bezeichnen werde, finden sich an bestimmten Localitäten noch andere abweichend sich verhaltende Elemente. Es sind dies grosse Kugeln von 40—60 μ, welche von scharfen Contouren umgränzt und von gröbern und feinern Dotterkörnern (Taf. V, Fig. 6 u. 9 und Taf. VI, Fig. II *f*.) dicht erfüllt sind. Sie haben die Eigenschaften der grossen körnerhaltigen Kugeln des weissen Dotters, und es kann nicht bezweifelt werden, dass sie zum weissen Dotter in inniger Beziehung stehen. Nur darüber ist Discussion zulässig, ob es sich um ächte Keimzellen handelt, welche sich mit Dotterkörnern erfüllt haben, oder um unveränderte Keimwallkugeln, oder endlich um Keimwallkugeln mit einer Rinde archiblastischen Protoplasmas. Um eine indifferente, der Diskussion Raum bietende Bezeichnung zu haben, nenne ich sie vorläufig M e g a s p h ä r e n. Es sind dieselben Elemente, welche seit

Peremeschko's[1]) Arbeit von der Stricker'schen Schule als Bildungselemente des mittlern Keimblattes in die Literatur eingeführt und als die vom Boden der Keimhöhle in den Keim eingewanderten Vorgebilde des mittlern Keimblattes gedeutet worden sind.

Die Megasphären treten an bestimmten Localitäten einzeln, oder zu wenigen beisammenliegend auf. Innerhalb der Area finden sie sich an der ganzen Peripherie, nicht aber in den centraler gelegenen Abschnitten. Meist liegen sie lose in der intermediären Spalte, seltener sind sie in einen Haufen kleinerer Zellen eingebettet. Am reichlichsten sind sie in den präembryonalen und präcentralen Seitenabschnitten der Area, sparsam in den Schnitten nahe vor und hinter der Mitte, dagegen wiederum reichlicher in dem hintern Retrocentral- und im Zuwachsgebiete.

Dieselben Kugeln finden sich vereinzelt am Rande der Keimhöhle, unterhalb des Keimes und im Ringgebiete. In letzterem liegen sie entweder in der unter dem Ectoderm vorhandenen Spalte, oder sie sind (oft reihenweise) in den Keimwall eingeschlossen und bauchen den Boden des überliegenden Raumes vor sich her.

An denselben Localitäten und, soweit constatirbar, auch in denselben Mengenverhältnissen, wie während des zweiten Stadiums sind Megasphären schon während des ersten Stadiums vorhanden gewesen. Ihr äusserlicher Gegensatz zu den intermediären Zellen war deshalb ein minder greller, weil diese an und für sich noch grösser und vielfach von unverdauten Dotterkörnern durchsetzt waren. Allein auch die grössern unter den intermediären Zellen sind durch ihre minder regelmässige Form, durch ihre minder scharfe Umgränzungsweise und durch das Vorhandensein eines deutlich erkennbaren Kernes von den Megasphären wohl unterscheidbar geblieben.[2] Kann man allenfalls auf diese letztern Formen Kölliker's Bezeichnung anwenden, dass sie in der Theilung zurückgebliebene Furchungskugeln seien, so weisen sich die Megasphären nach allen ihren Eigenschaften durchaus als Fremdlinge in der Schaar der übrigen Zellen aus. Ueber ihr weiteres Schicksal werden

---

[1] Peremeschko, Ueber die Bildung der Keimblätter im Hühnerei. Bd. LVII. Jahrg. 1868. *Sitzungsber. der Wiener Akad.* — Stricker, *Lehrbuch der Histologie.* — Vgl. auch meine *Kritik in Ei und Eientwicklung der Knochenfische.* p. 39 u. f. und Kölliker's Bemerkung in dessen *Entwicklungsgesch.* 2. Aufl. p. 66 u. 104.

[2] Schon Remak hat § 3 seiner Unters. die oben als Megasphären bezeichnetes Gebilde von den Keimzellen unterschieden und getrennt geschildert, auch hat er auf deren Beziehung zu den unter dem Keimrande auftretenden hellen Blasen, den Vacuolen hingewiesen. Ich habe sodann in meiner *Monographie* p. 10 die Verschiedenheit zweier Formen von körnerreichen Kugeln betont. Die neueren Beobachter haben meist in einer unentwirrbaren Weise grosse körnerreiche Keimzellen und Megasphären durcheinander geworfen.

wir in einem der nachfolgenden Abschnitte die Untersuchung aufzunehmen haben.

Für die Beurtheilung von der Bildung des sog. mittleren Keimblattes ist es wichtig, die Reichlichkeit und die Vertheilung der intermediären Zellen der Area für die beiden aufeinander folgenden Stadien zu vergleichen. Im Ganzen stellt sich heraus, dass die Gesammtmasse der intermediären Zellen nicht auffällig zugenommen hat. Auch sind die im ersten Stadium zellenarmen Bezirke während des zweiten Stadiums zellenarm, die zellenreichen zellenreich geblieben. Zu den erstern gehört der präembryonale und der hintere präcentrale Bezirk, zu den letztern der retrocentrale. Taf. VI giebt davon eine Vorstellung; sie stellt correspondirende, die Axe umschliessende Querschnittstücke aus beiden Stadien, je mit entsprechenden Buchstaben bezeichnet, dar.

Ferner ist das Verhältniss der intermediären Zellen zu den beiden Grenzblättern im zweiten Stadium dasselbe wie im ersten. Vor der Mitte der Area bilden sie nämlich hier, wie dort mit ihrer Hauptmasse eine dem Endoderm aufliegende Schicht, dann aber erfüllen sie von der Mitte ab gleichmässig den Zwischenraum zwischen Endo- und Ectoderm, während sie weiter hinten dem Ectoderm inniger sich anschliessen. Bei II *f* u. folg. macht sich endlich die Tendenz des Endoderms zu selbstständiger Ablösung geltend.

Innerhalb der einzelnen Querschnitte besteht im zweiten Stadium eine grössere Ungleichmässigkeit der Massenvertheilung als früher. Vor der Mitte sticht die der Herzanlage entsprechende seitliche Zellenanhäufung (Taf. V, Fig. 6) von dem zellenarmen übrigen Gebiete ab, und hinter der Mitte tritt in prägnanter Weise die für die folgenden Entwicklungen massgebende mittlere Verdickung der Intermediärschicht und deren seitliche Zuschärfung zu Tage.

Wie sind nun die vorhandenen Ungleichmässigkeiten zu verstehen? Beruhen sie auf Verschiebungen von Zellen, die einfach Folge gegebener Spannungen sind, oder sind dafür active Zellenwendungen in Anspruch zu nehmen?

Was zunächst die Zellen der Herzanlage betrifft, so ist kein genügender Grund, sie von anderwärts herzuleiten; denn der Vergleich correspondirender Schnitte aus beiden Stadien (Taf. V, Fig. 5 u. 6) zeigt, dass es an Material für die Anlage von Anfang an nicht gefehlt hat. Selbst die axiale Verdickung im Retrocentralgebiet ist nicht nothwendig durch Hinzutreten neuer Zellen zu erklären. Bei der grossen Auflockerung der intermediären Schicht in den verdickten Abschnitten können möglicher Weise die zuvor an Ort und Stelle befindlichen Zellen ausgereicht haben. Dagegen beruht das zugeschärfte seitliche Auslaufen der

Schicht unbedingt auf einer Verschiebung von Zellen. Die Möglichkeit, dass Wanderungen dabei im Spiele sind, lässt sich nicht von vornherein abweisen; denn, wenn für die Zellen der beiden Grenzblätter eine active Locomotion wegen der festen Zusammenfügung höchst unwahrscheinlich ist, so besteht kein ähnliches Bedenken für die locker verbundenen und theilweise völlig frei liegenden Zellen der intermediären Schicht. Es ist daher zu erwägen, ob nicht aus seitlich gelegenen Abschnitten der Area ein Theil der Zellen axialwärts sich bewegt hat. Was mir mit einer solchen Annahme schwer vereinbar erscheint, das sind: die Regelmässigkeit der Schichtengestaltung und der im Grunde so geringe Umfang der Zellenverschiebung. Zur Zeit ist mir daher noch wahrscheinlicher, dass die Gestaltung der intermediären Schicht unabhängig von Zellenwanderungen erfolgt ist, und dass die dabei eingetretenen Zellenverschiebungen von mechanischen Bedingungen, d. h. von Zerrungen herrühren, welche die in sich, wenn auch nur locker zusammenhängende intermediäre Schicht durch die anstossenden Gränzblätter, insbesondere durch das axial sich zusammenschiebende, peripherisch sich ausweitende Ectoderm erfahren hat.

Ueber die Beziehungen der Embryoanlage zum hintern Keimscheibenrande. Der hintere Rand der Keimscheibe und seine Beziehung zur Embryonalanlage bedürfen einer besondern Berücksichtigung, indem durch die vergleichende Embryologie in Betreff derselben Fragen von hohem Interesse aufgeworfen worden sind, die einer klaren Auseinandersetzung und einer endgültigen Entscheidung harren. — Nachdem für die Knochenfische schon C. E. v. Bär, sowie späterhin Vogt, Lereboullet, Kupffer u. A. die Berührung des Embryo mit dem Keimscheibenrande und den Uebergang der Rückenwülste in den Randwulst beschrieben und abgebildet hatten,[1] ist durch neuere Arbeiten dies Verhalten, wie bei Wirbellosen, so auch bei Wirbelthieren als ein weit verbreitetes nachgewiesen worden. Zunächst sind es Untersuchungen A. Kowalevsky's, die auch hier unser sachliches Wissen gefördert haben. Die klare Darlegung der Entwicklung von Euaxes und von Lumbricus[2] sind in erster Linie wichtig geworden. Auch an den Selachiereiern hat K. zuerst den Zusammenhang des Embryo mit dem Randwulste gesehen,[3] über den seitdem Balfour, Schultz und ich selbst Mittheilung

[1] Die bezügl. Citate sind in m. Aufsatze über Knochenfischentwicklung *Zeitschrift f. Anat. u. Entw.* I. p. 24 zusammengestellt.

[2] *Embryol. Studien an Würmern und Anthropoden.* Petersburg 1871.

[3] Die erste Mittheilung geschah (laut des Verf. Citat) in den Schriften der *naturf. Gesellsch. in Kiew* in russischer Sprache. In einer dem übrigen Europa zugänglichen Weise hat sich K. in seinem Aufsatze über Ascidienentwicklung in

gemacht haben; ebenso hat K. mit Owsjannikow und Wagner beim Stör und in einer neuerdings publicirten Arbeit beim Amphioxus [1] analoge Verhältnisse kennen gelehrt. [2] Mittlerweile ist auch von andern Seiten her erkannt worden, wie die längst beschriebenen Verhältnisse bei Batrachiern sich dadurch unmittelbar anschliessen lassen, dass man die Rusconi'sche Oeffnung (Blastoporus oder Urmund der Neueren) dem Rande scheibenförmig ausgebreiteter Keime parallelisirt. — In Betreff des Vogeleies liegen mehrere Mittheilungen von A. Rauber vor, welche den Nachweis bezwecken, dass die Dinge hier ähnlich liegen. Auf diese Mittheilungen und auf deren Discussion werden wir sofort besonders eingehen, zuvor aber sollen die Punkte der Fragestellung klar formulirt werden.

Obwohl bei Knochenfischen die Randstellung des Embryo zuerst wahrgenommen worden ist, so haben doch die ältern Autoren die Frage von der Betheiligung des Randwulstmateriales an der Bildung des Körpers nur sehr nebenhin und unbestimmt behandelt. [3] Oellacher in seiner bekannten Arbeit hat das an den Scheibenrand anstossende Ende des Embryo als Schwanzende erklärt und dessen leichte Vorragung als Schwanzknospe bezeichnet. Nach ihm geschieht die Verlängerung des Körpers von hinten nach vorn durch lokale Zellenwucherung, während Kupffer, gleich wie vor ihm Vogt, die Bedeutung des Randwulstes als Anhäufung von Embryomaterial zwar eingesehen, aber zu definitiver Aufreihung des Materiales Zellenwanderungen beansprucht hatte. Dieser und ähnlichen Auffassungen gegenüber habe ich gezeigt, dass das Längenwachsthum des Knochenfischembryos appositionell erfolgt, indem die Strecken des Randwulstes, welche an das jeweilig hinterste Ende des Embryo anstossen, successiv verwachsen, bis dann mit Vollendung der Dotterumschliessung auch das Schwanzende des Körpers zur Vereinigung gelangt. Bei diesem Vorgang entspricht die Körperaxe der Längsnaht der unter sich verbundenen Ränder der Keimscheibe. Die Begründung dieser Darstellung hat sich aus der an der Hand messender Methoden

---

M. Schultze's *Archiv* (Bd. VII, p. 114) und in der Schrift über *Würmer u. Anthropoden* (p. 30) ausgesprochen. Beide Stellen gebe ich unten im Originalcitat.

[1] Kowalevsky, Owsjannikow und N. Wagner, *Mélanges Biologiques de l'Ac. de St. Petersbourg.* 1869. Bd. VII. p. 171. (Vorläufige mit Holzschnitten illustrirte Mittheilung).

[2] *Archiv f. mikr. Anat.* Bd. XIII. p. 181.

[3] Vgl. die Zusammenstellung der bezügl. Citate in m. eben erwähnten Aufsatz über *Knochenfischentwicklung*, p. 24, sowie die seitdem erschienenen Schriften v. Bambecke's *Sur l'embryol. des Poissons osseux.* p. 35 u. f. v. B. reiht sich denen an, welche die Zellen des Randwulstes nach dem Embryo hinwandern lassen.

durchgeführten Beobachtung ergeben: die zuerst sichtbare morphologische Anlage des Embryo ist nämlich nachweislich nur das Kopfende, das bis zur Vollendung der Dotterumschliessung seine Längsdimensionen nicht mehr verändert. Ihm fügen sich während der Periode der Dotterumwachsung erst die vordern, dann mittlern und hintern Rumpfstrecken an, deren Urwirbelgliederung den Maassstab für die Reihenfolge des Auftretens und zugleich den Beweis für die in dieser Periode verschwindende Bedeutung intussusceptionellen Wachsthums liefert. Endlich erfolgt die Schliessung des letzten Dotterlochrestes unter Hereinnahme des hintern Randes in den Schwanztheil des Körpers.

Wie für die Knochenfische Oellacher, so hatte für die Selachier Balfour angenommen, dass das an den Keimscheibenrand stossende Ende des Embryo sein Schwanzende sei,[1] und auch hier ist mir mit Hülfe von Messungen nachzuweisen gelungen, dass der Rumpf aus den beiden Hälften des Randwulstes zusammen wächst, und dass das wirkliche Schwanzende im Randtheile der vordern Keimscheibenhälfte zu suchen ist. Jede Strecke des Keimrandes soweit sie, um einen Ausdruck Rauber's zu brauchen, „embryoplastisch" ist, umfasst die eine Hälfte der Bestandtheile der aus ihr hervorgehenden Körperstrecke. An dem Taf. V, Fig. 14 *b* abgebildeten Rande eines Scylliumkeimes halte ich sonach dafür, dass der mit Ec_1 bezeichnete verdickte Randtheil des Ectoderms zur halben Medullarplatte eines Rumpfabschnittes, dass die Umschlagsstelle *U.* zur Chordahälfte, die Intermediärzellen *I.* zu Urwirbeln und Seitenplatten, und dass der Endodermabschnitt En_1 zur halben Darmauskleidung werden, während die medianwärts liegenden Stücke Ec_2 und En_2 in der Wand des Dottersackes Verwendung finden.[2]

Obige Erfahrungen, zusammengehalten mit den Erfahrungen anderer Forscher an Wirbellosen, insbes. den Erfahrungen Kowalevsky's an Würmern und an Anthropoden, führen zu der allgemein zu stellenden (mich zunächst bei Wirbelthieren interessirenden) Frage: Inwieweit ist der Körper eines gegebenen Embryo durch Verwachsung aus zwei zuvor getrennten Hälften entstanden, und in welcher Ausdehnung ist der Rand des Keimes an der Bildung der embryonalen Axialgebilde betheiligt gewesen? — Eine gleich formulirte Fragestellung finde ich bei keinem der neuern Autoren über Wirbelthierentwicklung. Vielmehr wird gerade von denjenigen, welche

[1] Ausser dem prelim. account ist zu vergl. *Journ. of An. a. Phys.* X. 531 f Balfour denkt sich das Längenwachsthum des Embryo dadurch bewerkstelligt, dass am vordern Rande neue Bestandtheile der untern Keimschicht zur Bildung cylinderförmiger Hypoblastzellen herbeigezogen werden.

[2] Eine ähnliche Abbildung giebt auch Balfour l. c. T. XXII. Fig. 9.

die Gastrulaform des Keimes als Ausgangspunkt ihrer Betrachtung wählen, der Schwerpunkt der Erörterung nach andern Seiten hin verlegt, vor allem nach Seiten der Beziehung zwischen Medullarrinne und Darmhöhle. Insbesondere legt Kowalevsky, der ja hier voranzustellen ist, in allen seinen auf unsere Frage bezüglichen Auseinandersetzungen das Hauptgewicht auf den während bestimmter Entwicklungsstufen vorhandenen Zusammenhang des Medullarrohres mit dem Darmrohr. So in den sehr kurz gefassten Bemerkungen seiner 1871 publicirten deutschen Arbeiten, so auch wieder in dem wichtigen neuen Aufsatze über die *Entwicklung des Amphioxus*,[1] in dem das vom Autor in den Vordergrund gestellte Resultat dahin lautet, dass Nervenrohr und Darmrohr bei Amphioxus-, Accipenser-, Axolotl- und Acanthiasembryonen ein einfaches, Uförmig gebogenes Rohr bilden, dessen Spitze das Chordaende umschliesst. Immerhin geht in dieser letzten Schrift Kowalevsky's, an Goette's Unkenwerk anknüpfend, einen Schritt weiter und betont ausdrücklich als weit verbreitetes Vorkommen die allseitige Umschliessung

[1] In den embryologischen Studien an Würmern und Anthropoden p. 30 heisst es nach Besprechung der Verhältnisse bei Ascidien: „Bei Amphioxus geht die Einstülpungsöffnung auf den Rücken über, und die sie umgebenden Ränder schmelzen mit den Rändern der Rückenrinne zusammen, so dass ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem Darmdrüsenblattrohre und dem Nervenrohre entsteht, was von mir auch bei den Plagiostomen und dem Frosche gefunden wurde und sich auch für die Accipenseriden als richtig erwies." Im Aufsatz über Ascidienentwicklung bemerkt K., dass er den Zusammenhang des schon geschlossenen Nervenrohres mit dem Darm schon bei vielen Wirbelthieren beschrieben habe. Nämlich beim Amphioxus, bei den Plagiostomen, bei den Accipenseriden und Axolotln, und bei den Knochenfischen. In Betreff letzterer sagt eine Note, dass das Lumen des spät sich schliessenden Darmkanales in das Lumen des Nervenrohres übergehe. Ebenso wird angegeben, dass bei Amphioxus die Einstülpungsöffnung auf den Rücken hinaufrückt und von der Rückenfurche umwachsen wird. „Mit andern Worten, die Ränder der Einstülpungsöffnung oder des Rusconi'schen Afters sind die hintern Enden der Rückenfurchen."

Ich habe bei Abfassung meines Aufsatzes über *Haifischentwicklung* die Erwähnung der Plagiostomen in den beiden ohnedem so kurzen und beiläufig gemachten Mittheilungen Kowalevsky's übersehen. Balfour war dasselbe vor mir begegnet und ich denke, dass unsere literarische Sünde noch zu den verzeihlichen gehört. Uebrigens hatte ich bei jenerGelegenheit Kowalevsky's Anthropoden- und Würmerarbeit nach anderer Richtung eingehend berücksichtigt, und wenn Rauber sich zur Bemerkung veranlasst sieht, ich hätte in meinem Aufsatz über *Selachierentwicklung* Kow.'s „weit umfassendere vorhergehende Angaben nicht erwähnt", so schiesst er damit nach jeder Richtung über das Ziel. Auch kann ich mich ja gerade Rauber gegenüber darauf berufen, dass sein die Jahre 1870—1872 umfassender entwicklungsgeschichtlicher Jahresbericht jener Arbeiten Kowalevsky's mit keinem Worte gedenkt.

des Urmundes durch die Medullarplatten. Der Gedanke an eine Längsnathbildung liegt ihm offenbar auch in dieser Arbeit fern. Ich verweise in der Hinsicht auf die in der unten stehenden Anmerkung mitgetheilten Aeusserungen. Ebenso kann ich aber hinweisen auf Kowalevsky's Darstellung vom Beginn der Körperbildung bei Amphioxus. Vom Gastrulastadium ausgehend, beschreibt er nämlich ohne weitere Bemerkung ein Excentrischwerden des Urmundes und eine Verschiebung desselben auf die Rückenseite, welche Vorgänge mit einer gleichzeitigen Abflachung des Embryo sich combiniren. Nun scheint mir aber, soweit aus Beschreibungen und Abbildungen ein Schluss gezogen werden kann, gerade das Zusammentreffen dieser Vorgänge mit dem gleichzeitigen Engerwerden des Blastoporus sehr deutlich dafür zu sprechen, dass die Ränder des letztern von vorn ausgehend eine Längsverwachsung erfahren.

Bei Goette finden sich keine auf Verwachsung der Keimränder bezügliche Andeutungen,[1] wogegen Balfour für den hinter dem Embryo liegenden Theil des Selachierblastoderms in beschränkter Ausdehnung eine Verwachsung annimmt.[2] In einer die Randstellung des Embryo discutirenden Note macht letzterer sogar die Bemerkung, dass der hinter der Medullarrinne liegende Primitivstreif höherer Wirbelthiere vielleicht auf eine Verwachsung der Keimränder hinweise.[3]

Ueber die Verhältnisse des Hühnerembryo zum Keimscheibenrand liegen eine Reihe von Mittheilungen von A. Rauber vor. Mit besonderm Nachdruck die Vergleichung des Vogelkeimes mit dem Keim

[1] Vergl. p. 877—885 von Goette's *Unkenwerk*. Speciell mit Rücksicht auf Wirbelthiere sagt er p. 884: Wenn der Rücken eines Wurmes oder Anthropoden dem obern Polfeld des Eies entspricht, so entsteht der Rücken des Wirbelthieres längs einer meridionalen Linie desselben; die Einstülpungsöffnung der Gastrula, welche bei dem erstgenannten Thiere zum Munde wird, bezeichnet bei den Vertebraten (Knochenfischen, Betrachiern) die Lage des künftigen Afters, und bei Amnioten muss zum mindesten der Schluss des Randes dem After näher liegen als dem Munde. An einer andern Stelle spricht Goette ausdrücklich von einer Zusammenziehung der Gastrulaöffnung.

[2] Balfour, A Comparson of the early stages in the development of Vertebrates. *Quat. Journ. of Micr. Science* Juli 1875. „The blastoderm rests like a disc on the yolk and grows over it on all sides, except at the point where the epiblast and the hypoblast are continuous. This point becomes as if it were left in a bay. Next the two sides of the bay coalesce, the bay becomes obliterated, and the effect produced is exactly as if the blastoderm had grown round the yolk at the point corresponding with the tail of the embryo as well as every where else." Ebenso *Journ. of An.* X. p. 565. Die Abbildungen Taf. XXVI, 1 u. 2 erläutern das von ihm berücksichtigte Verhältniss.

[3] ibid. p. 682. X. 791. Balfour hält nämlich dafür, dass der Primitivstreifen stets hinter dem jeweiligen Embryo liegt.

niedriger stehender Thiere verfolgend, ist dieser Autor zur Ueberzeugung gelangt, dass auch auf jenen die Bezeichnung als Gastrula anzuwenden ist, dass die Peripherie der Keimscheibe dem Gastrula-Urmund entspricht, und dass die Primitivrinne in einer genetischen Beziehung zu diesem Urmunde steht. Man kann Bedenken äussern, ob der Ausdruck Blase auf den Hühnerkeim passt, indess berühren diese Bedenken nur Nebenpunkte, und principiell halte auch ich die Zusammenstellung des Vogelkeimes mit den als Gastrula bezeichneten Keimformen anderer Thierklassen für gerechtfertigt.[1]

---

[1] Der an und für sich nicht sehr fern liegende Gedanke an eine derartige Zusammenstellung ist mir, wie ich zur Vermeidung jeglichen Missverständnisses hervorhebe, weder durch Häckel noch durch Rauber beigebracht worden. Er trat mir entgegen unmittelbar nach Durchlesung der ersten Kowalevsky'schen Abhandlungen über die Entwicklung der Rippenquallen, der Ascidien und des Amphioxus. Auch erinnere ich mich mit Kowalevsky selbst, anlässlich eines mehrtägigen Aufenthaltes, den dieser Forscher im Herbst 1867 in Basel gemacht hat, die Frage erörtert zu haben, inwieweit der Hühnerkeim mit den von Kowalevsky in so auffälliger Verbreitung nachgewiesenen eingestülpten Blasenformen von Keimen zu parallelisiren sei. Wie nahe ein solcher Gedanke für denkende Embryologen liegen musste, ergiebt sich u. A. daraus, dass ja schon Remak den Vergleich zwischen Froschei und Hühnerei durchgeführt und gezeigt hatte, wie sich jener sehr einfach gestaltet, wenn man sich das Froschei nach beendeter Furchung von oben nach unten zusammengedrückt und in eine Scheibe verwandelt denkt, die sich nach unten so zusammenkrümmt, dass sie eine Hohlkugel darstellt. „Bei dieser Auffassung, sagt R., ergiebt sich eine überraschende Aehnlichkeit mit den höhern Wirbelthieren, zunächst mit den Vögeln, deren platter Keim, wie C. Fr. Wolff vor 100 Jahren beim Hühnchen entdeckt hat, sich ebenfalls zusammenkrümmt, um die Nahrungshöhle zu bilden, während ein häutiger Anhang des Keimes als Dottersack den Dotter umwächst. Das Ei der Batrachier, das keinen Gegensatz von Keim und Dotter kennt, sondern ausschliesslich Keim ist, vollführt ebenfalls die Zusammenkrümmung, um einen Abschnitt seiner untern äussern Fläche zur Begränzung der Nahrungshöhle zu verwenden" (§ 23. p. 144 der Unters.). Was die Knochenfische betrifft, so stammen meine Beobachtungen und Zeichnungen über die Umwandlung des zuvor compacten kuchenförmigen Keimes in eine unvollkommen geschlossene Blase für den Hecht aus dem Frühjahr 1869, für Lachs und Forelle aus dem Frühjahr 1870. Diese Beobachtungen waren an und für sich nicht neu, sondern Bestätigungen der ältern Erfahrungen von Lereboullet. Sie interessirten mich indess schon damals speciell mit Rücksicht auf die Kowalevsky'schen Keimformen, und ich war keinen Moment im Unklaren über die Vergleichbarkeit der einen Form mit den andern. Phylogenetische Consequenzen zu ziehen, hat mir indess damals so fern gelegen, wie noch heute. Nicht aus der mir häufig zugetheilten Gegnerschaft gegen die Descendenztheorie, sondern aus dem einfachen Grunde, weil mein Interesse an der Entwicklungsgeschichte ein anderes, als das der Fachzoologen ist. Ich fühle nun einmal nicht den Beruf, dilettando Fragen nachzugehen, an deren Bearbeitung bereits eine Ueberfülle von mehr oder minder berufenen Kräften thätig

Die verschiedenen, meistens in vorläufigen Mittheilungen zerstreuten Angaben Rauber's decken sich nicht vollständig und ich sehe mich daher veranlasst, einzeln darüber zu referiren. In der ersten vorl. Mitth. [1] lautet die für uns wichtigste Stelle: „Nimmt man die Lage des künftigen Kopfendes zum Ausgangspunkte, so entspricht die erste Embryonalanlage einem hintern Abschnitte des Randwulstes und nimmt etwa ein Drittel der Gesammtperipherie desselben ein. Dieser hintere, embryoplastische Theil des Randwulstes ist durch ein geringeres Flächenwachsthum ausgezeichnet, als der grössere vordere, periembryonale Theil, welcher durch rascheres Wachsthum und zunehmende Ausbreitung den ersteren nach allen Seiten überholt, ihn nach rückwärts nicht allein auszieht und verlängert, sondern auch schliesslich von seiner frühern unmittelbaren Verbindung abdrängt. Auf diese Weise isolirt, geht der embryoplastische Theil seiner weitern Entwicklung entgegen. Die Ränder des periembryonalen Theiles aber schliessen sich hinter dem abgeschnürten Theile mit zunehmender Isolirung desselben wieder zusammen." Es wird sodann in derselben Notiz mitgetheilt, dass die Dotterumwachsung beim Hühnchen nicht durch „concentrische Verengung des Dotterloches, sondern nach mannigfachen Vorformen in einer schliesslichen Längslinie geschieht, die mit der nach hinten verlängerten Längsaxe des Körpers zusammenfällt." Die aus der Verwachsung hervorgehende Keimnaht selber ist verdickt und kann kielförmig gegen den Dotter vorspringen. Nach einem Hinweis auf die Entwicklung der Knochenfische schliesst R. mit den Worten: „die embryonale Anlage des Vogels ist bei der Vergleichung mit der der Knochenfische nur einem bestimmten vordern Abschnitte der letztern gleichwerthig. In dem gleichen Verhältniss ist es aber begründet, dass beim Vogel grössere Abschnitte des Keimes frei werden zur Bildung eines Amnion."

In einer zweiten gleichfalls vorläufigen Mittheilung „*die Gastrula des Hühnchens*" betitelt, wird vorzugsweise der Keimrand behandelt. Der aus 3—5 Schichten grösserer Zellen bestehende Randwulst wird als „Aequator der Keimblase" bezeichnet. „Von seinem medialen Saume aus erstreckt sich eine mehrschichtige Saat von Keimzellen dem Ectoderm

---

ist, während die mir nachstehenden Fragen und Behandlungsweisen brach liegen. Jeder Forscher hat schliesslich das Recht, den Weg zu gehen, der seiner individuellen Entwicklung und Befähigung, vor allem der seinem wissenschaftlichen Bedürfnisse entspricht, zugleich aber hat er auch die Pflicht, alle engherzigen Bevormundungen rundweg von sich abzuweisen.

[1] *Medic. Centralblatt* 1874, 786. Ein Theil der Stelle wurde schon in meinem Aufsatz über *Haifischentw.* citirt.

[2] *Medic. Centralblatt.* 1875. p. 49.

entlang bis zum untern Keimpol, in dessen Umgebung sie sich zu einer einzigen Schicht ordnen und das Endoderm des Embryo darstellen. Mit dem Endoderm des embryonalen Körpers, der als ein Vorstoss, eine Sprosse der ganzen Keimblase aufzufassen, hängen jene Endodermzellen des überwiegend grössern Keimblasentheiles nachweisbar direct zusammen, indem sie den Keimwall, besser Dotterwall, in grosser Zahl durchsetzen." Nun wird in gleicher Weise, wie dies früher von mir geschehen war, die Umschliessung weisser Dotterbestandtheile durch die Keimzellen der untern Schicht beschrieben. Es wird die Blasennatur des Keimes u. a. mit Beziehung auf Eileitereier verfochten und in Betreff der Bildung der Blase der (späterhin nicht aufrecht erhaltenen) Vermuthung Ausdruck gegeben, dass die Furchungshöhle nicht durch Zellenspaltung, sondern durch centripetale Wucherung vom Randwulst aus entstanden sein könne."

Eine dritte vorläufige Mittheilung [1] bespricht die Bildung des mittlern Keimblattes. Dasselbe besteht nach R. aus der dreieckigen Axenplatte, aus den an sie anstossenden Muskelplatten und aus der seitlich von letzterer liegenden Zone für Bindesubstanzen und Blut. Die animale Muskulatur wird vom Ectoderm, die vegetative vom Endoderm abgeleitet, über die Abstammung der Bindesubstanzen keine Ansicht geäussert. Eine vierte vorl. Mitth. [2] bespricht die Keime des frisch gelegten Tauben-, Enten- und Kanarienvogeleies. Bei letzterem ist zur Zeit des Legens das Stadium weiter zurückliegend, der Keim ist noch von biconvexer Gestalt, nur $1^1/_3$ mm im Durchm. fassend, ohne sichtbare Gränze von Ectoderm und Endoderm. Auch die Keimwalldurchwachsung wird wieder besprochen.

Eine fünfte vorl. Mitth. [3] betrifft das Schicksal der Granulosa bei der Ausstossung des Eies und interessirt uns hier nicht näher, dagegen behandelt die sechste [4] die Bedeutung der Randstellung des Vogelembryo. „Die Primitivrinne, so lautet hier der Ausspruch, ist nichts anderes als die Fortsetzung der Endoderminvagination auf den embryonalen Rücken, und beginnt deshalb randwärts. Die Primitivrinne ist, wiewohl transitorisch, das wichtigste Gebilde der ersten Embryonalanlage." [5]

---

1 *Med. Centralblatt.* 1875. p. 275.

2 *Verh. der Leipziger naturf. Gesellschaft.* 1875. p. 66.

3 ibid. 1876. p. 1.

4 ibid. p. 8.

5 Ich habe (*Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch.* II. 123) die rein sachliche Bemerkung gemacht, dass mir dieser Satz in seiner lakonischen Fassung unverständlich sei. Dies hat mir von Seiten des Verfassers (*Morphol. Jahrb.* II, 574) zwar keine Belehrung, wohl aber eine gehässige Injurie zugezogen. Eine Dis-

Nun folgt endlich die mit Tafeln ausgestattete Schrift „*Ueber die Stellung des Hühnchens im Entwicklungsplan.*“[1] Als wichtigstes positives Ergebniss derselben sehe ich die Angaben und Abbildungen über die schliessliche Verwachsung der Keimhautränder am untern Eipole an. Aus der Zusammenstellung der Ergebnisse entnehme ich im Uebrigen folgende Sätze: „1) die Bildung des Endoderms der Vögel erfolgt nicht vom Randwulst aus (Götte), sondern durch Spaltung der Masse der Furchungskugeln in zwei Lamellen (Oellacher). 5) Furchung findet auch in den oberflächlichen Lagen weissen Dotters statt, sowohl im Keimhöhlenboden, als besonders im Dotterwall. 8) Die Axenplatte entwickelt sich als mediane Verdickung des Ectoderms. Aus ihr entwickeln sich die Medullarplatten, die Chorda und animale Muskulatur. Die vegetative Muskulatur aus den Zellen, welche spärlicher oder reichlicher das Ectoderm decken. 9) Die Dotterumwachsung geschieht anfangs durch expansives, später durch Randwachsthum. 10) Der Verschluss des Urmundes erzeugt den Endstrang, welcher senkrecht zur Längsaxe des Embryo, parallel der Verbindungslinie der Chalazen liegt. 11) Er kann homologisirt werden mit einem Theile des hintern Körperendes der Knochenfische, bei welchen er in den Körper übergeht, während er jenseits der Vogelembryen liegen bleibt. 13) Der Urmund der Vögel und Knochenfische steht in phylogenetischer Beziehung zur Rückenfurche dieser Thiere, daher liegt ihre erste Embryonalanlage im hintern Bezirk der Keimscheibe.“ Die in der ersten Mittheilung beschriebenen Verhältnisse des embryoplastischen und des periembryonalen Bezirkes finden in der Schrift keine weitere Besprechung; bemerkenswerth ist ferner, dass, während laut der frühern Mittheilung die schliessliche Verwachsungslinie des Urmundes in der verlängerten Körperaxe liegen soll, sie jetzt als senkrecht dazu liegend bezeichnet wird.

Einem philosophirenden Vortrag vom Juli 1876 entnehme ich blos den Ausspruch, dass „das primitive Medullarrohr der Vögel durch Faltung, das der Knochenfische wesentlich durch Wucherung entsteht.“[2]

Aus dieser gewissenhaft zusammengetragenen Reihenfolge von Citaten ist sicherlich nicht herauszulesen, dass Rauber bis dahin einer longitudinalen Verwachsung des Wirbelthierkörpers das Wort redet, ja nicht einmal, dass er die von mir für die Knochenfische angegebene

---

cussion ist damit abgeschnitten, meine Begriffe von dem Zwecke und von der Würde einer wissenschaftlichen Auseinandersetzung sind allzusehr von denen Rauber's verschieden.

[1] Leipzig bei W. Engelmann 1876.

[2] *Verh. der naturf. Gesellsch. in Leipzig.* 1876. p. 45.

Bildungsweise anders als für das Schwanzende acceptirt, wie er denn auch meiner über Längsverwachsung des Fischleibes gemachten Angaben mit keinem Worte gedenkt. Der Gedanke longitudinaler Körperverwachsung erscheint bei Rauber zum ersten Mal in einem im Januar dieses Jahres gehaltenen Vortrage.[1] Letzterer schliesst an die Ergebnisse an, zu welchen neuerdings Kowalevsky bezüglich der Vergleichung von Gliederthieren mit Wirbelthieren gelangt ist. Rauber unterscheidet darin eine disjunctive und eine conjunctive Form der Primitivstreifenbildung. Bei ersterer wird eine einzige Substanzplatte durch eine die beiden Enden nicht erreichende Einfaltung der Länge nach in zwei symmetrische Keimstreifen getheilt, bei letzterer verbinden sich zwei zuvor getrennte Keimstreifen zu einem Primitivstreifen. Beide Formen bilden keine Gegensätze, sondern gehen in einander über. In Gedanken kann man sich eine disjunctive Form in eine conjunctive übergeführt denken durch Spaltung der Primitivrinne bis zum Endoderm, vom Urmundende bis zum Kopf oder Schwanzende. Der Primitivstreifen des Hühnchens wird als disjunctiv bezeichnet, mit nachträglicher Conjunction von hinten her. Reine conjunctive Form der Primitivstreifenbildung sehen wir bei den Haien und den Knochenfischen, während bei andern Wirbelthieren, wie bei den Batrachiern die Form eine gemischte ist.

Gleichfalls neuesten Datums ist der Aufsatz über „*Primitivrinne und Urmund*",[2] welcher eine Beschreibung der frühern Keimscheibenstadien liefert. Die thatsächliche Begründung der in den frühern Mittheilungen angekündigten Randstellung des Embryo bleibt hinter den Erwartungen zurück; denn sie reducirt sich auf Constatirung der bekannten Thatsache, dass der Primitivstreifen und vor dessen Erscheinen sein Vorläufer der retrocentrale, dunklere Abschnitt des Embryobezirkes den Rand der Area überschreiten und auf den Randwulst stossen.

---

[1] *Verh. der naturf. Gesellsch. in Leipzig.* 1876. p. 1 u. f.

[2] *Morphol. Jahrb.* II. p. 550. Eine Fesstellung der Daten erscheint vielleicht nicht ganz überflüssig. Am 7. Juli 1876 wurde das Heft der *Zeitschr. f. Anat. u. Entw.* ausgegeben, mit dem Aufsatze über Haifischentwicklung, in dem ich die Frage nach einer Längsverwachsung der Körperanlage als allgemeines Problem hingestellt habe. Am 10. Sept. wurde das Heft des *Archives f. mikr. Anat.* ausgegeben, das Kowalevsky's Aufsatz über Amphioxusentwicklung enthält. Auf die Jahresscheide 1876/77 fällt das Heft der *morphol. Jahrbücher* mit Rauber's Aufsatz „Primitivrinne u. Urmund". Von letzterem Aufsatze wird in einem Zusatze bemerkt, er sei der Redaction im Monat August eingesandt worden. Rauber's Vortrag über die Nervencentren der Gliederthiere und Wirbelthiere trägt das Datum vom 9. Jan. 1877.

Auch nach anderer Seite werden frühere Angaben modificirt und der embryoplastische Randwulstbezirk, den man nach der ersten vorläufigen Mittheilung für das hintere Randwulstdrittel halten musste, wird als der dickere, mit dem Randwulst zusammenhängende Theil der Mittelscheibe definirt mit dem darüber liegenden ectodermalen Abschnitte. Auch von dem Ausziehen des embryoplastischen Theiles durch den ihn umwachsenden präembryonalen wird nicht mehr geredet. Im Wesentlichen ist die positive Darstellung jetzt diejenige allbekannter Verhältnisse. Der Primitivstreif, nachdem er sich abgegränzt hat, überschreitet mit einem breiten abgerundeten Ende (das auffallender Weise der Randknospe der Knochenfische homologisirt wird) den Rand der Area: das hintere Ende des Primitivstreifens verlängert sich, kommt aber später wieder in die Area zu liegen. Dasselbe gilt von der Primitivrinne, die nach Rauber's ausdrücklicher Angabe niemals den Rand der Keimscheibe erreicht. Ein mehr als idealer Zusammenhang der Primitivrinne mit dem Urmund wird durch die zuweilen vorkommende Randkerbe bezeichnet (s. oben p. 118). „Der Zusammenhang mit dem Urmund schliesst aber auch den Zusammenhang mit der Urdarmhöhle, der von Bär'schen Keimhöhle, selbstverständlich ein. Man kann sagen, die Medullarrinne ist die Fortsetzung der Urdarmhöhle auf dem Rücken der Keimscheibe, ... die Primitivrinnenränder, die man sich bei vollkommen bis in die Keimhöhle gespaltener Primitivrinne vorzustellen hat, sind eine Fortsetzung der Urmundränder, aber nicht allein das, sie sind vielmehr ein nach vorn gezogener Abschnitt des grossen ursprünglichen Urmundes, zu dessen Peripherie auch sie gehören." „Das erste Auftreten des Primitivstreifens ist schon gewissermassen zusammengetretener Urmundrand. Je weiter wir in der Entwicklung zurückgehn, sei es bis zum Keim des frisch gelegten Eies, oder endlich zur Furchung zurück, um so einfacher und anschaulicher werden die Verhältnisse, und darf man sich nur die Entstehung der Primitivrinne auf etwas frühere Zeit verlegen. Man kann diese Entstehung des Embryo als stomatogene bezeichnen." — So einladend dieses Entwicklungsschema sich ausnimmt und so genau es sich dem anpasst, was ich in Betreff der Knochenfisch- und der Haifischentwicklung festgestellt habe, so entbehrt es doch, wie Rauber's eigene Beschreibungen bestätigen, bis jetzt eines thatsächlichen Bodens. Die „Anschaulichkeit" der Verhältnisse, von der uns gesprochen wird, bezieht sich nur auf Dinge, wie sie sein könnten, nicht auf Dinge, wie sie sind, und sie führen uns somit in das Gebiet transcendenter Anatomie.

Ich habe mir nun auch meinerseits grosse Mühe gegeben über die Beziehung des Embryo zum Keimscheibenrande und über die Spuren einer

allfälligen Längsverwachsung in's Klare zu kommen; indessen sind meine Ergebnisse wenigstens für die in diesem Aufsatze behandelten Stadien durchaus negativer Art geblieben. Was zunächst die allfälligen Verwachsungsspuren betrifft, so würden solche im retrocentralen Gebiete der Area und im retroarealen Ringgebiete zu erwarten sein, sei es in Form von Einbiegungen der obern, und der untern Oberfläche, oder im Vorhandensein eines compacteren auf das Zusammentreffen der Keimränder hinweisenden axialen Verbindungsstranges der beiden Grenzblätter. Von allem dem ist in früher Zeit Nichts zu finden, und erst secundär treten in bekannter Weise Primitivrinne und Axenstrang, letzterer in nachweisbarer Abhängigkeit von jener auf. Während bei Knochenfisch- oder bei Haifischembryonen die Rumpfaxe der Vereinigung zweier transversal auf einander stossender Falten entspricht, bezeichnet sie zur Zeit ihres ersten Auftretens beim Hühnchen die Linie des Eindringens einer sagittalen Ectodermfalte in die untere Keimschicht.

Es ist nun aber denkbar, dass der vordere Theil des embryonalen Rumpfes in anderer Weise sich bildet als der hintere, und dass bei der Entstehung des letztern wenigstens in gewisser Ausdehnung doch eine Längsverwachsung der hintern Keimränder betheiligt ist. Behufs Untersuchung dieser Frage machen wir erst wieder einige Vorstudien.[1]

Zu der Zeit, wo das definitive Schwanzende des Embryo deutlich sich abgrenzt und sämmtliche Axenkrümmungen mit Inbegriff der Sakralbeuge vorhanden sind, beträgt die Länge des Körpers annähernd $5^1/_2{}^{mm}$, wovon etwa 4^{mm} auf den, die ursprüngliche Keimscheibenmitte überschreitenden Rumpf kommen. In einer Keimscheibe von $9-10^{mm}$ Durchmesser wird sonach die Substanzanlage des Embryo, auch unter der Voraussetzung, dass sie in der ganzen Länge aufgereiht sei, den Rand der Keimscheibe nicht mehr berühren. Wie wir wissen, so beträgt im

[1] Ueber diese Vorstudien habe ich in einem akadem. Programm, das Anfang September vorigen Jahres erschienen ist, kurz berichtet. In Betreff der Randstellung des Embryo war folgendes meine damalige Aeusserung:

„Nach Rauber's Angaben (*Medic. Centralblatt* 1874, S. 787) reicht in der unbebrüteten Keimscheibe die Embryonalanlage bis an den Rand. Es erscheint dies nach der Analogie der Knochen- und Haifischkeime, sowie aus anderen, bald näher zu besprechenden Gründen nicht unwahrscheinlich; immerhin ist zu beachten, dass, im Gegensatz zum Haifischkeime, die Flächenbetrachtung der isolirten Hühnerkeimscheibe keine entscheidende Anschauung dafür ergiebt. Den Primitivstreifen sieht man zu keiner Zeit bis zum hinteren Ende der Keimscheibe reichen; auch da, wo er die Area pell. überschreitet, geschieht dies stets nur auf kurze Strecken. Rauber selbst bespricht die Beobachtungen nicht, die ihn zu seiner Angabe veranlasst haben, und es ist möglich, dass letztere zunächst auf einem Analogieschluss beruht."

unbebrüteten Ei der Durchmesser der Keimscheibe $3^{1}/_{2}$ mm, und wenn wir gemäss den früheren Bestimmungen den Durchmesser der Area zu 2·5 mm, die Entfernung des Embryobezirkes vom vordern Ringgebiet zu 0·3 mm annehmen, so ergiebt sich der Abstand zwischen dem vorderen Rande des Embryobezirkes und dem vorderen Keimscheibenrande für die Keimscheibe des unbebrüteten Eies zu ungefähr 1 mm. Lassen wir die vorläufige Voraussetzung, der Embryobezirk reiche nach rückwärts bis zum Rand der Keimscheibe, so würde dies eine Länge des Bezirkes von ca. $2^{1}/_{2}$ mm ergeben, wovon 1·75 hinter den Scheibenmittelpunkt fallen, und um auf die vorläufige Gesammtlänge von $5^{1}/_{2}$ mm zu gelangen, muss sich dann der Embryobezirk um 3 mm verlängern.

Mit obigen Bestimmungen sind vorläufig gewisse Grenzen bezeichnet, innerhalb deren die Entscheidung der uns beschäftigenden Fragen zu suchen ist; denn wenn im Hühnerkeim die Embryobildung, ähnlich wie im Haifischkeim, ob auch nur theilweise, auf einer Umlagerung bereits vorhandenen Materials beruht, so ist klar, dass in der unbebrüteten Keimscheibe das Material noch nicht vollständig längs der zukünftigen Körperaxe aufgereiht sein kann. Die in diesem Aufsatze behandelten beiden Stadien müssen alsdann in den Bereich der Verwachsungsperiode fallen und die Untersuchung des hintern Scheibenrandes muss von massgebender Bedeutung sein.

Es sind die bezüglichen Untersuchungsergebnisse oben bereits mitgetheilt. Für das zweite Stadium ist es ausser allem Zweifel, dass die Embryoanlage weit vom Rand absteht, denn wir finden an sagittalen Durchschnitten, dass im retroarealen Ringgebiet gleich wie an der übrigen Peripherie der eigentliche (secundäre) Randwulst vom sichtbaren, allmählig sich zuschärfenden Embryobezirk durch eine Keimwallzone mit stark verdünntem Ectoderm geschieden ist. Wir hatten oben (S. 144) die Länge des nachweisbaren Embryobezirkes zu 3 mm bestimmt, davon fallen 0·8 mm auf Zuwachs- und Retroarealgebiet.

Allein auch im ersten Stadium erreicht die Embryonalanlage den hintern Keimscheibenrand nicht. Die Betrachtung nämlich von Sagittalschnitten zeigt, dass der hintere Rand sich zuschärft und dass schliesslich seine untere Keimschicht in eine einfache und unterbrochene Lage ausläuft (Taf. V, Fig. 1). Es unterscheidet sich also der hintere Randsaum in diesem Punkte durchaus nicht vom seitlichen und vom vordern. Weit verschieden stellen sich die Verhältnisse da, wo der Rand selbst embryoplastisch ist. In Betreff der Knochenfische verweise ich auf früher gegebene Abbildungen,[1] für die Haifischkeime auf die Figuren 13 u. 14 *b* der Tafel IV. Die Verhältnisse des Haifischkeimes sind gerade dadurch interessant, dass an ihm der Gegensatz zwischen embryoplastischem

und nicht embryoplastischem Rande sehr prägnant hervortritt. Die beiden Figuren 12 und 13 sind demselben Keime von Scyllium (Durchmesser $4^1/_2$ mm) entnommen, und zwar stellt Figur 12 einen vorderen Querschnitt, Figur 13 einen solchen aus dem hintern Keimscheibentheile dar. Nach dem Durchmesser der Zellen entspricht der Keim den in den Figuren 1—5 dargestellten beiden Hühnerkeimen. Während nun bei Figur 13 der Uebergang des dicken Ectoderms in eine gleichfalls dicke untere Keimschicht continuirlich stattfindet, sind die Verhältnisse des vordern Schnittes denen des Hühnerkeimes zum Verwechseln ähnlich, denn auch an ihm lauft die Ectodermplatte frei aus, und die untere Keimschicht zieht sich als lockere, zuletzt einschichtig werdende Lage unter jener hin.[2]

Wenn nun nach dem Obigen die Betheiligung des Keimrandes an der Rumpfbildung des Embryo kaum zulässig erscheint, so bleiben in Betreff des Längenwachsthumes des Rumpfes doch noch Schwierigkeiten übrig, wovon die nachfolgenden Betrachtungen eine Vorstellung zu geben vermögen:

Die directe Beobachtung an Keimscheiben des fünften und sechsten Entwicklungsstadiums, bei denen die hintere Grenze der primären Area noch meistens durch einen deutlichen Randvorsprung sich zu erkennen giebt, zeigt, dass innerhalb jener gegen 8 Urwirbel entstehen;[3] zu demselben Resultate gelangt man beim Abstecken der Normallänge von 2·5 mm vom vordern Arearande aus nach rückwärts. Jene 8 Urwirbel messen zusammen in der Länge 0·92 mm. Die schliessliche Gesammtzahl der Urwirbel des Hühnchens ist auf 42 anzusetzen (die der Wirbel be-

---

[1] *Zeitschrift f. Anat.* I. Taf. II.

[2] Das oben erwähnte aus der Bedeutung des Randtheiles leicht verständliche Verhältniss der Schichtenverdickung hat Balfour, *J. of A.* X. 533. Taf. XXII, Fig. 9, zwar gekannt, aber nicht zu deuten gewusst, er nennt es „one curious feature". Man vergleiche auch die Durchschnitte, welche Balfour giebt, besonders die Längsschnitte Taf. XXI, Fig. 5. und Taf. XXII, Fig. 7 im *Journal of Anat. and Phys.* Bd. X. An beiden Abbildungen ist der Unterschied im Verhalten des vordern und des hintern Keimscheibenrandes unverkennbar. Auch im Text hebt Balfour, l. c. S. 526, ausdrücklich den Gegensatz hervor. The layer terminates at the non-embryonic end of the blastoderm without exhibiting the sligtest tendency to become continuous with the lower layer cells. At the embryonic end of the blastoderm the relations of the epiblast and lower layer cells are very different. At this part, troughout the whole extent of the embryonic rim, the epiblast is reflected and becomes continuous with the lower layer cells.

[3] *Monographie der Hühnchenentwicklung.* Taf. XII, Fig. 16.

trägt 41),[1] somit würden laut den S. 160 mitgetheilten Zahlen während des zweiten Stadiums vorhanden sein:

Für die ersten 8 Urwirbel eine disponible Keimscheibenlänge von 0·92 mm
„ „ letzten 34 „ „ „ „ „ 0·8 „

Dies ist ein grosses Missverhältniss, denn dort kommt auf einen Urwirbel ein Mittel von 0·115, hier von nur 0·023 mm.

Um diese Verhältnisse noch besser zu übersehen, ist es nöthig auf das Längenwachsthum des Embryo während des zweiten und dritten Tages bereits jetzt einen Blick zu werfen, und ich stelle dafür eine kleine Tabelle zusammen, deren Zahlen nach den Zeichnungen ganzer Embryonen bestimmt sind. Die römischen Ziffern der ersten Colonne geben die Entwicklungsstufen nach den Bezeichnungen meiner Monographie[2] an; die Längenmaasse des Kopfes von VII ab sind längs der Krümmungen gemessen.[3]

Stadium und Präparatenbezeichnung.	Bebrütungsdauer.	a Gesammtlänge des Körpers.	b Strecke vor den Urwirbeln (Kopflänge).	c Zahl der Urwirbel.	d Länge des Urwirbelgebietes.	e Strecke hinter den Urwirbeln: bis sichtbarem Körperende.	f Strecke hinter den Urwirbeln: bis Ende der Primitiv- bez. Medullarrinne.	g Strecke hinter den Urwirbeln: bis Ende der Area pellucida.	h Vom vordern Urwirbel bis zum hintern Körperende.
1) IV. Nr. 136.	27 St.	—	1·1 mm	1	0·1 mm	—	—	1·80 mm	—
2) IV/V. Nr. 138.	26	—	1·3	4	0·42	—	1·4 mm	1·80	—
3) V. Nr. 70.	30	—	1·3	8	0·9	—	1·75	1·90	—
4) V. Pr. 180.	46	—	1·4	10	1·15	—	1·92	2·25	—
5) VI. Pr. 3000.	49	5·6	1·55	16	1·85	2·2	1·6	—	4·05 mm
6) VII. Pr. 2161.	—	5·95	1·75	23	2·6	1·6	1·15	—	4·2
7) VIII. Pr. 3083.	—	7·47	2·85	28	3·52	1·1	0·75	—	4·62
8) VIII. Nr. 152.	69	7·74	2·88	30	3·86	1·0	0·65	—	4·86

Das Längenwachsthum des Kopfes ist in der betrachteten Periode ein ziemlich bedeutendes, und zwar absolut und relativ bedeutender am dritten, als am zweiten Tage.

Es beträgt von 1 zu 5: 0·45 mm oder 40 %,
„ „ „ 5 „ 8: 1·35 „ „ 86 %,

[1] *Cuvier Anatomie comparée.* 2. Ed. Bd. I. p. 210.

[2] Von den Holzschnitten in den Briefen *„über unsere Körperform"* giebt Fig. 1 das VIII., Fig. 9 das VII., Fig. 10 das V. und Fig. 14 das IV. Stadium.

[3] Ein hinteres Körperende ist erst von Nr. 5 (VI. Stadium) ab verzeichnet, da es erst von da ab in's Gebiet der vergrösserten Area einrückt.

die Kopflänge beträgt bei 5 38·2 %,
bei 8 59·2 %

der in Colonne h verzeichneten Rumpflängen.

Gegen dieses erhebliche Längenwachsthum des Kopfes sticht das sehr geringe des gegliederten Rumpfes auffallend ab. Aus den Colonnen c und d ergiebt sich am zweiten Bebrütungstage (1—4) die Länge eines Urwirbelgebietes (einschl. des Zwischenraumes) zu 0·1—0·115 mm,
bei Nr. 7 beträgt der Werth 0·125 mm,
„ „ 8 „ „ „ 0·128 „.

Diese Zunahme der mittlern Urwirbelbreite ist weit unbedeutender, als die gleichzeitige Zunahme der Kopflänge, sie kann aber nicht einmal als Wachsthumsmaass in Rechnung gebracht werden, denn eine Vergleichung der Urwirbellängen desselben Embryo zeigt, dass die später auftretenden Urwirbel der Rücken- und der Lendengegend breiter sind, als die zuerst gebildeten des Halses. Ich gebe die Bestimmungen für die beiden dem VIII. Stadium angehörigen Embryonen 7 und 8.

	Nr. 7 (28 Urwirbel)	Nr. 8 (30 Urwirbel)
1—5 Urwirbel:	5·5 mm	5·5 mm
6—10 „	5·5	5·7
11—15 „	6·0	5·8
16—20 „	6·7	7·3
21—25 „	7·—	7·3
26—30 „	—	7·—

die mittlere Breite eines Urwirbelgebietes
bei 11—25 stellt sich auf 0·131 bez. 0·133 mm,
„ 5—10 dagegen auf 0·11 mm.

Es ist sonach das Längenwachsthum des zuerst abgegliederten Stückes während der angegebenen Zeit ein verschwindend geringes geblieben.[1]

Nachdem wir oben gesehen haben, dass während des zweiten Stadiums, d. h. in der Zeit, da man überhaupt an Durchschnitten zuerst mit einiger Sicherheit ein hinteres Körperende bestimmen kann, die retroareale Körperlänge 0·8 mm beträgt, was für je einen der hintern 34 Urwirbel ein Mittel von nur 0·023 mm, kaum ein Fünftheil des nachherigen Werthes ergiebt, wird ersichtlich, dass ein gewisser Gegensatz besteht zwischen dem Wachsthum der innerhalb der primären Area und der aus dem Retroarealgebiete entstandenen Strecken des Rumpfes. Wir werden in einem folgenden Aufsatze diesen Punkt einlässlich zu prüfen haben, nur darauf soll jetzt schon hingewiesen werden, dass der von Nr. 5 der obigen Tabelle ab bestimmbare ungegliederte Rest kein allzu-

[1] Vergl. auch „*Körperform*“ p. 94.

grosses Deficit für die zu liefernden Urwirbel ergiebt. Es bleiben nämlich

bei Nr. 5	für 26	fehl. Uw.	$2 \cdot 2^{mm}$	ungeglied. Material, somit auf 1 Uw. im Mittel	0·085
„ „ 6	„ 19	„ „	1·6	„ „ „ „ „ „ „	0·084
„ „ 7	„ 14	„ „	1·1	„ „ „ „ „ „ „	0·081
„ „ 8	„ 12	„ „	1·0	„ „ „ „ „ „ „	0·083.

Zu einer vollständigen Entwicklung der Keimblattlehre, insbesondere zu einer Geschichte des sogen. mittleren Keimblattes reichen die in diesem Aufsatze erörterten Thatsachen noch nicht aus, allein sie umfassen doch genügendes Material zur Prüfung einer Anzahl neuerer Anschauungsweisen. Ich stelle daher die wichtigsten hierzu verwerthbaren Befunde nochmals kurz zusammen und werde daran die litterarische Discussion anknüpfen.

1) Vor der Bebrütung besteht, wie seit Remak bekannt ist, die Keimscheibe aus einer festen obern und aus einer lockern untern Schicht. Jene, das Ectoderm, läuft am Rande frei aus, diese ist mehrschichtig, bildet ein von Lücken unterbrochenes Netzwerk, und ihre obersten Zellen haften dem Ectoderm unmittelbar an. Am Rande endigt die untere Keimschicht, an Dicke schliesslich abnehmend, gleichzeitig mit der obern. Die unregelmässig begrenzte untere Fläche derselben, welche im Gebiete der Area durch die Keimhöhle vom weissen Dotter geschieden ist, berührt diesen auch im Ringgebiete nicht unmittelbar, indem sich zwischen beiden eine scharfe (auch am Keimhöhlenboden vorhandene) Contour durchzieht, wahrscheinlich der Ausdruck einer feinen Grenzhaut.[1] Zu erwähnen sind ferner die bekannten Keimzellen am Boden der Keimhöhle, sowie die grössere Dichtigkeit der untern Keimschicht in der hintern Hälfte der Scheibe.

---

[1] Die untere Keimschicht repräsentirt die Gesammtheit der von mir früher sogen. subgerminalen Fortsätze. Der lockere, unterbrochene Charakter der Schicht hatte mich zur Aufstellung dieser Bezeichnung bestimmt. Die mir häufig, besonders von der Stricker'schen Schule insinuirte Ansicht, als wüchsen diese Fortsätze aus dem Anfangs einschichtigen Ectoderm heraus, steht, wie ich bereits an andern Orten hervorgehoben habe (*Unters. über das Knochenfischei* p. 43), in völligem Gegensatze zu der in meiner *Monographie* gegebenen Darstellung. Gleichwohl wird dieselbe Insinuation auch neuerdings wiederholt (Rauber, *Stellung des Hühnchens* p. 12).

[2] Das Vorhandensein dieser Grenzschicht im Ringgebiet, das auch Kölliker ausdrücklich betont (*Entwgesch.* 2. Aufl. p. 66), habe ich früher an den Osmiumpräparaten nicht erkannt, daher ich (*Monogr.* p. 10) schon am unbebrüteten Keime von einem Vordringen der subgerminalen Fortsätze in den Keimwall sprach.

2) Der im ersten Entwicklungsstadium stattfindende Fortschritt besteht, abgesehen von der zunehmenden Flächenausdehnung, in der Sonderung eine einschichtige Endodermlage von der untern Keimschicht, sowie in der Bildung und in der beginnenden Trennung der letztern vom Ectoderm. Letztere Trennung nimmt im vordern Theile der Area ihren Anfang und ein Theil der intermediären Zellen bleibt dabei am Ectoderm haften.

3) Das nachfolgende Flächenwachsthum der Keimscheibe betrifft das Ringgebiet; die primäre Area nimmt an Umfang nicht, oder nur unerheblich zu. Der Zuwachs, den sie nach rückwärts erfährt, hat seinen nächsten Grund in einer Ablösung weissen Dotters von der Keimscheibe mit nachfolgendem Zerfall, er erfolgt somit auf Kosten der Area opaca.

4) Das Flächenwachsthum des Ringgebietes, soweit es das Ectoderm betrifft, beruht grossentheils auf einer flacheren Ausbreitung des zuvor vorhandenen Materiales. Die Ectodermverdünnung ist beim Uebergang aus dem ersten in das zweite Stadium so bedeutend, dass sie einen überwiegenden Antheil an Flächenzuwachs zu decken vermag. Die untere Keimschicht hat sich im Randtheile des Ringgebietes einfach verdünnt, im übrigen hat sie sich, unter Aufgebung ihres früheren Charakters, mit dem unterliegenden weissen Dotter vermengt und nimmt Theil am Gewebe des „organisirten Keimwalles". [1] Das Ringgebiet der Keimscheibe zerfällt demnach jetzt in den inneren breiten und undurchsichtigen Keimwalltheil und in den dünnen durchsichtigen Randtheil (oder secund. Randwulst), beide sind für das blose Auge wohl von einander unterscheidbar. [2]

5) Innerhalb der Area hat die Ectodermdicke beim Uebergang aus dem ersten in das zweite Stadium im Allgemeinen weit geringere Aenderungen erfahren, als im Ringgebiet. Eine ausgeprägte Verdünnung ist an der vordern und seitlichen Peripherie erfolgt, und in Folge derselben hebt sich das unverdünnte Embryonalgebiet bestimmter aus seiner Umgebung hervor. Innerhalb des letztern und längs der Axe ist die Ectodermdicke präcentral dieselbe geblieben, retrocentral dagegen hat sie unter gleichzeitiger Bildung der Primitivrinne zugenommen, und zugleich hat das Ectoderm seine scharfe Grenze gegen die Intermediärschicht verloren.

6) Das Endoderm ist innerhalb der Area von den überliegenden intermediären Zellen durchweg scharf abgegrenzt. Die Schicht der letz-

---

[1] Ueber diesen Ausdruck zu vergl. *Zeitschrift f. Anat. u. Entw.* I. p. 275. Note.
[2] Hierüber auch Rauber, *Stell. d. Hühnchens* p. 16.

tern ist den ursprünglichen Verschiedenheiten der untern Keimschicht entsprechend, in verschiedenen Abschnitten der Area ungleich entwickelt. Locker gefügt liegt sie in der vordern Hälfte der Hauptsache nach dem Endoderm auf, während sie in der hintern zum Ectoderm in näherer Beziehung steht.

Bekanntlich ist die Keimblattlehre aus dem Studium des Hühnerkeimes hervorgegangen, und bis in die neueste Zeit hat dieser beinahe ausschliesslich das Material zu deren Discussion gewährt. Erst seit kaum mehr denn einem Jahrzehnt sind die Erfahrungen der vergleichenden Embryologie derart erweitert worden, dass sie bei Beurtheilung dieser Frage eine selbstständige Stellung beanspruchen, und dass die in andern Klassen gemachten Beobachtungen ergänzend und berichtigend auf die aus der Vogelentwicklung gezogenen Schlüsse einwirken können. Mit der Erweiterung der Erfahrungen sind wir aber zugleich nach anderer Richtung ärmer geworden. Durften wir nämlich früherhin annehmen, dass alle anscheinend fundamentalen Vorgänge einer Entwicklung nothwendig allgemein sein müssen, so werden wir durch den gesteigerten Einblick in die Mannigfaltigkeit der Thatbestände mehr und mehr zur Vorsicht im Verallgemeinern gemahnt. Um ein Beispiel zu wählen, so stehen sich das Vogel- und das Selachierei in ihrer Organisation anscheinend sehr nahe. Beide sind meroblastische Eier, in denen der Keim vor der Furchung die Gestalt einer flachen Scheibe angenommen hat. Bei beiden leitet sich die Furchung in ganz analoger Weise ein, Durchschnittsbilder des durchfurchten Keimes können sich wenigstens stellenweise zum Verwechseln ähnlich sein, und doch ist die Bildungsgeschichte des Selachierembryo von der des Vogelembryo in wichtigen Punkten eine völlig abweichende, so dass bei bloser Kenntniss der einen Entwicklung Niemand im Stande gewesen wäre, die andere auch nur zu vermuthen. Sicherlich fehlt es in diesem, wie in ähnlichen Fällen nicht an einem durchgreifenden Gesetze, allein die gemeinsamen Züge liegen tief und können nicht als einfaches morphologisches Schema von der Fläche abgeschöpft werden.

Die älteren aus dem Studium des Hühnerkeimes abgeleiteten Keimblattlehren bis auf Remak sind häufig zusammengestellt worden.[1] Wenn ich sie gleichwohl recapitulire, so geschieht es nur, um in der Unterlage der folgenden Auseinandersetzungen keine Lücke zu lassen.

Pander liess an der Aussenfläche der zuerst vorhandenen einfachen Schicht, seines Schleimblattes eine zweite dünnere und durchsichtigere auftreten das seröse Blatt. Dazwischen bildet sich vom Ende des ersten

---

[1] Man vergl. u. A. m. *Monogr.* p. 46—50.

Tages ab eine dritte Schicht als Anlage für das Herz, sowie für die Blutgefässe, das Gefässblatt.

Auch v. Baer lässt die Keimscheibe Anfangs einfach sein. Nach der Bebrütung wird die obere Fläche glatter, in sich zusammenhängender, die untere, dem Dotter zugewendete weicher, unebener: doch sind es anfänglich noch keine gesonderten oder auch nur trennbaren Blätter, vielmehr sind es nur die Flächen des Keimes, welche die Verschiedenheit zeigen. Weiterhin scheiden sich aber zwei Schichten, zwischen denen im Anfang indifferente Masse übrig bleibt. Letztere sondert sich so, dass eine Schicht derselben dem obern Blatte sich anlegt, die andere dem untern. Jene nennt v. Baer die Fleischschicht, diese die Gefässschicht, die beiden Grenzblätter nennt er Haut- und Schleimhautschicht, beide reichen nicht soweit als die einschliessenden; die Fleischschicht, mit der darüberliegenden Hautschicht zusammenhängend, reicht nur bis zur Grenze des Embryo, die Gefässschicht dagegen bis zur Mitte des undurchsichtigen Hofes.[1]

Remak hat zuerst nachgewiesen, dass schon am unbebrüteten Keime zwei Schichten oder Keimblätter vorhanden sind, von denen die untere, lockere bald eine weitere Scheidung erfährt.[2] Es trennt sich nämlich von ihr ein dünnes epitheliales Blatt, das „Drüsenblatt" und der darüberliegende dickere Theil persistirt als „mittleres Keimblatt". Oberes und mittleres Keimblatt erfahren eine schildförmige Verdickung, verwachsen der Länge nach untereinander und bilden so mit einander die Axenplatte; der obere Theil der Axenplatte wird zur Medullarplatte, der untere, dem mittleren Keimblatt entstammende zur Chorda dorsalis und zu den Urwirbelplatten; die an der Axenplatte nicht betheiligten seitlichen Abschnitte des mittleren Keimblattes liefern die Seitenplatten (Wolff's Bauchplatten). Am Kopfe bleiben Seiten- und Urwirbelplatten als „Kopfplatten" vereint. Die Seitenplatten spalten sich in der Folge in die Hauptplatte und Faserplatte, von welcher jene dem Hornblatte, diese dem Darmdrüsenblatte sich anlegt, ohne dass jedoch nach der einen wie nach der andern Richtung hin Verwachsung stattfände.[3]

Wie ich schon an einem andern Orte hervorgehoben habe[4] ist die Frage von der Zählung der Keimblätter von secundärem Interesse und die Differenz zwischen v. Baer's und Remak's Darstellung keine tiefgreifende. Ersterer legt, wie aus seinen Aeusserungen sehr bestimmt

---

[1] Dies ist die Darstellung die v. Baer Bd. II, p. 67 giebt.
[2] Remak, *Unters. über Entw.* p. 6 u. f.
[3] p. 29.
[4] *Körperform* p. 38.

hervorgeht, das Hauptgewicht auf das schon mit Ende des zweiten Tages hervortretende Endresultat der Scheidung und auf dessen physiologische Bedeutung,[1] während er die schwierig feststellbaren Zwischenstufen der Scheidung nur nebenher berührt. Dagegen hat Remak (und zwar innerhalb der Area) gerade die Reihenfolge der Trennungen sorgfältig verfolgt und ist dadurch zur Aufstellung eines mittleren Keimblattes geleitet worden. Selbst in der Schilderung des unbebrüteten Keimes ist der Widerspruch nicht allzugross, denn wenn v. Baer für diesen noch keine Blätter, sondern eine blose Flächenscheidung anerkennt, so ist er ja insoweit im Rechte, als die Zellen der untern Schicht in der That denen der obern anhaften. Remak war mit Hülfe der angewendeten Vergrösserungen im Stande die verschiedene Zusammensetzung beider Schichten nachzuweisen, und indem er diese in den Vordergrund stellte, liess er den Zusammenhang der Schichten ausser Betracht. In einem Punkte allerdings besteht zwischen den beiden Beobachtern ein thatsächlicher Widerspruch: v. Baer hebt ausdrücklich die Verbindung des Randtheiles seiner Fleischschicht mit der Hautschicht hervor, während Remak keinerlei seitliche Schichtenverbindungen anerkennt; hierin hat v. Baer richtiger beobachtet. Remak's Darstellung der Blätterlehre ist von den meisten Lehrbüchern, so vor allem auch von Kölliker in die erste Auflage seiner *Entwicklungsgeschichte* aufgenommen worden und sie hat bald eine weite Verbreitung gewonnen. Indess ist ihr Hensen.[2] welcher unter allen Beobachtern zuerst Schnittreihen junger Keime gemacht hat, nur theilweise beigetreten, da er dem Primitivstreifen eine Mitbetheiligung an der Bildung des mittleren Keimblattes zugeschrieben hat.

Auf Remak's Standpunkte habe auch ich zur Zeit der Abfassung meiner ersten in's entwicklunggeschichtliche streifender Arbeiten[3] gestanden. Mein von histologischen Interessen eingegebenes Bestreben ging zunächst dahin, die Beziehungen festzustellen, welche zwischen der Natur der Hauptgewebsgruppen und ihrer Abstammung bestehen. War ich in diesem Bestreben Anfangs auf bedeutende Schwierigkeiten gestossen, so nahm für mich die Sache eine völlig neue Wendung, als ich bei Wiederaufnahme der unbefriedigend abgeschlossenen ersten Unter-

---

[1] Zu vergl. bes. I, p. 20 Note.

[2] Hensen, Zur Entw. d. Nervensystems, *Virch. Archiv* XXX, p. 176; zu vergl. ist auch Hensen's Selbstreferat in der *Zeitschrift f. Anat. u. Entw.* I, p. 358, worin er unter Discussion anderer Möglichkeiten seine frühere Ansicht für den Hühnerkeim aufrecht erhält.

[3] Ueber den Bau des Säugethiereierstockes, *M. Schultze Archiv* Bd. I. u. Programm über Häute und Höhlen. Basel 1865.

suchungen zur Erkenntniss kam, dass die Geschichte der Bindesubstanzen von derjenigen aller übrigen Gewebe völlig abgelöst werden muss. Ich habe keinen Grund, in diesem Aufsatze in eine neue Rechtfertigung meiner Parablastenlehre einzutreten. Sowie ich die Sache verstehe, handelt es sich dabei nicht um eine mehr oder minder wahrscheinliche Theorie, sondern, wenigstens für die entscheidenden Hauptpunkte, um einen Gegenstand directer Beobachtung. Die Entstehung neuer Zellen innerhalb der in den Keim aufgenommenen weissen Dotterkugeln ist, wie ich vor zwei Jahren neuerdings gezeigt habe,[1] mit leichter Mühe zu verfolgen, und ebenso ist zu verfolgen die allmählig centralwärts fortschreitende Ausbreitung der Gefässanlagen in der Area pellucida und im Embryo. Letzterer Punkt beginnt allmählig Anerkennung zu finden, er ist von Kölliker in der neuen Auflage seiner *Entwicklungsgeschichte* acceptirt worden, und auch Rauber versetzt, wie aus dem p. 155 mitgetheilten Citate hervorgeht, die Anlage des Blutes und der Gefässe an die Peripherie des mittleren Keimblattes. Selbst Goette möchte wohl hier anzuführen sein. Die Zellenbildung innerhalb der weissen Dotterkugeln hat bis jetzt Niemand nachuntersucht, dagegen hat sich in den letzten Jahren die Zahl der Beobachter gemehrt, welche für die Bildung von Zellen ausserhalb des durchfurchten Keimes bei Knochenfischen und bei Selachiern eingetreten sind, und auch die Ueberzeugung gewinnt mehr und mehr an Boden, dass diese Zellen zur Gefäss- und Blutbildung bestimmt seien.[2] So wie die Dinge jetzt liegen, werden auch diejenigen,

---

[1] *Zeitschrift f. Anat. u. Entw.* I. p. 274.

[2] His, Entw. d. Knochenfische, *Zeitschrift f. Anat. u. Entw.* I. p. 36; Romiti (Waldeyer's *Jahresber.* 1874, p. 149); Klein, *Quat. Journ. of Micr. Sc.* 1876, April; Balfour lässt die „Dotterzellen" zu Darmwand und zu Blut werden. *J. of Anat.* X. 541. Goette, *Arch. f. mikr. An.* X. 196: „das glaube ich bestimmt eruirt zu haben, dass das Blut des Forellenembryo nicht im mittlern Keimblatt aus Elementen desselben entsteht, sondern vom Nahrungsdotter her gleichsam importirt werde."

Das während der Correctur mir zugehende Aprilheft des *Quat. Journ. of Micros. Sciences* enthält einen unter Dr. Klein gearbeiteten Aufsatz von P. Kidd B. A. über Zellenbildung unterhalb des Hühnerkeimes. An sieben, sehr spät im Jahre (November) gelegten Eiern findet K. unter dem unregelmässig und retardirt gefurchten Keime eine feinkörnige Schicht, in welcher Kerne liegen. Er hält sie für die Ausgangsstätte der sogen. „Bildungszellen" (Peremeschko). Die Präparate sind in Chromsäure gehärtet worden, und nach dem, was ich früher über die Einwirkung dieses Reagens auf den Dotter mitgetheilt habe, sind sie zur Entscheidung der Frage unbrauchbar. Verfasser kennt meine Notiz nicht; wie seinem Lehrer Klein und wie einer Reihe von andern Beobachtern derselben Schule sind ihm übrigens auch meine frühern Arbeiten nur von sehr entferntem Hörensagen her bekannt. Nachdem er nämlich kurz erwähnt hat, dass ich einen Archiblasten und

welche meinen eigenen Angaben das Ohr verschliessen, doch nicht im Stande sein, das Remak'sche mittlere Keimblatt als Einheit aufrecht zu erhalten, es sind von diesem die Anlagen für endotheliale Gefässröhren, für Blut und für Bindesubstanzen unbedingt auszuschliessen.

Will man dem Rest des Remak'schen mittleren Blattes den Namen belassen, so lässt sich Nichts dagegen einwenden, und es soll daher auch im Nachfolgenden mit dem Ausdruck Mesoderm vorläufig das Remak'sche Blatt nach Abzug der parablastischen Anlagen verstanden sein. An Stelle dieses Mesoderms hatte ich in meiner *Monographie* die beiden Muskelplatten und den Axenstrang gesetzt. Von ersteren entspricht die obere oder animale der v. Baer'schen Fleischschicht, die untere oder vegetative einem Theile der v. Baer'schen Gefässschicht. Aus jener leitet sich ab: die obere Seitenplatte Remak's und der obere Theil der Urwirbelrinde, aus dieser die untere Seitenplatte und der untere Theil der Urwirbelrinde. Die Chorda dorsalis dagegen, den Urwirbelkern und das Material für die Urnierengänge (denen wohl auch noch das Keimepithel Waldeyer's beigefügt werden kann) wurden vom Axenstrang abgeleitet. Dieser letztere aber bestand nach meinem Dafürhalten zu einem grossen Theil aus Zellen des obern Grenzblattes, welche sich beim Aufbruch des Bodens der Primitivrinne in den unterliegenden Raum hineingedrängt hatten. Die Schwierigkeit, die verschieden-

---

einen Parablasten unterscheide, sagt er (p. 163): Though it is generally admitted that the conclusions of His were inaccurate, inasmuch as nearly all subsequent observers deny that the white yolk participates in segmentation, yet these observations probably directed the attention of later workers on the hens egg to the existence of a very finely granular layer, „the subgerminal layer", forming the superficial surface of the white yolk beneath the blastoderm. At any rate the importance of this layer hat been shown to be very great in the eggs of Fishes by Bambeke, Klein and Balfour.

Es ist in diesem Passus nahezu Alles unrichtig: Eine Furchung des weissen Dotters habe ich nicht behauptet, sondern, nachdem Goette und Rauber dafür eingetreten waren, dieselbe bekämpft. Die zwischen Keim und weissem Dotter angeblich vorhandene feinkörnige Schicht ist ein Chromsäureartefact, und Klein ist nicht neben v. Bambecke als erster Vertreter subgerminaler Zellenbildung bei Knochenfischen zu nennen, da doch Vogt, Lereboullet, Kupffer, Owsjannikow und ich selbst dieselbe früher schon beschrieben, und wir zwei letztere sie auch schon als parablastisch aufgefasst hatten. — Man wird es einem jungen Baccalaureus nicht allzuschwer anrechnen, wenn er bei seiner ersten Arbeit in Uebersicht der Litteratur und in Kritik der Methoden die Höhe wissenschaftlicher Anforderungen noch nicht erreicht. Dafür fällt der Vorwurf der unreifen Publication auf den Vorstand des Laboratoriums, der im Grunde wissen muss, dass zu einer ordentlichen embryologischen Arbeit ein gutes Rasirmesser und etwas Chromsäure nicht ohne Weiteres ausreichen.

artigen Bestandtheile des Axenstranges zu scheiden, war für mich der Grund gewesen für Aufstellung desselben als einer besonderen, von den Blättern zu unterscheidenden Primitivanlage. Vor mir hatte bereits Hensen der Möglichkeit gedacht, dass in der Axenplatte ein Zellenaustausch stattfinden könne.[1]

Für die, in Annäherung an v. Baer, getrennte Aufführung der beiden Muskelplatten und für die Zutheilung derselben an die beiderseitigen Grenzblätter hatten mich, ausser dem Endresultate der Gliederung, die Thatsachen bestimmt, dass von den Muskelplatten die obere in festem Zusammenhange mit dem obern Grenzblatte sich erhält, und dass an der Peripherie des Rumpfes, sowohl an der seitlichen, als an der hintern in der That die Schichtentrennung genau nach dem Schema sich vollzieht.[2] Ferner ist an Rumpfdurchschnitten jüngerer Embryonen zur Zeit der Urwirbelscheidung der Zusammenhang der obern Urwirbelrinde mit der obern, der untern mit der untern Seitenplatte sehr klar ausgesprochen, und der Gegensatz der beiden radiärstreifigen Schichten gegen die ungestreift dazwischenliegenden Zellenmassen höchst auffällig. Dabei wurde indess nicht verhehlt, dass die Schichtenscheidung in verschieden Bezirken in verschiedener Reihenfolge geschieht und stellenweise dem Remak'schen Schema besser sich anpasst.

Waldeyer[3] hat sich mir in Auseinanderhaltung des Axenstranges und der Muskelplatten angeschlossen und nur darin opponirt, dass er die obere Muskelplatte vom obern Grenzblatte ablöste und einer gemeinsamen Muskelplatte zuwies.

Neuerdings hat Rauber in einer seiner oben citirten vorläufigen Mittheilungen eine Schichtengliederung vertreten,[4] welche im Wesentlichen eine Reproduction der Meinigen ist. Goette[5] dagegen lässt das Mesoderm, wie Remak, von der untern Keimschicht abspalten. Seine Angaben sind darin eigenthümlich, dass er bei Vögeln, gleich wie bei anderen Wirbelthieren, die untere („secundäre") Keimschicht aus einer am Rande erfolgenden Umbiegung der obern („primären") entstehen und allmählig gegen die Mitte der Scheibe hereinwachsen lässt. Ueberdies hat Goette, durch Chromsäureartefacte verleitet, eine Durchfurchung des

---

[1] *Virch. Archiv* XXX, p. 176.

[2] Bes. zu vergl. *Monogr.* p. 72 u. 73, sowie auch Brief 3 der „*Körperform*".

[3] Waldeyer, Bemerkungen über die Keimblätter und den Primitivstreifen bei der Entwicklung des Hühnerembryo. Henle, *Zeitschrift f. rat. Medic.* III. Folge. Bd. 34, p. 159; zu vergl. meine Erwiderung in der *Unters. über das Knochenfischei* p. 38.

[4] S. oben p. 155.

[5] *Arch. f. mikr. An.* X. 170.

weissen Dotters angenommen. Die nachträglich entstandenen „Dotterzellen“ treten nach ihm als Ergänzungsmaterial zwischen die Keimblätter und dienen u. A. zur Bildung des Blutes.[1]

Sehen wir ab von der Ableitung der parablastischen Elemente, so stimmen alle bis dahin besprochenen älteren und neueren Darstellungen darin überein, dass sie als ein Hauptmaterial der Mesodermbildung Zellenmassen ansehen, welche, aus der lockern untern Keimschicht stammend, von früh ab zwischen den beiden Grenzblättern vorhanden gewesen sind. Die vorhandenen Differenzen beziehen sich einerseits auf das dem zeitlichen Ablaufe der Scheidung zuzutheilende Gewicht, andererseits auf die Grösse des Antheils, welche das Ectoderm an der Mesodermbildung nehmen soll. Eine theilweise Zellenwanderung von der Peripherie her haben übrigens ausser mir selbst auch Waldeyer und Balfour[2] angenommen, ohne jedoch diesen Zellen eine bestimmtere Bedeutung zuzuschreiben. In weit radikalerer Weise ist neuerdings von zwei andern Seiten her das gesammte Mesoderm, unter Verwerfung einer an Ort und Stelle vorgebildeten Anlage, als eine zwischen die ursprünglich allein vorhandenen Grenzblättern erfolgte secundäre Einschiebung gedeutet worden.

Einestheils haben nämlich Peremeschko und die Stricker'sche Schule behauptet, dass das mittlere Keimblatt von den Zellen stamme, die ursprünglich am Boden der Keimhöhle gelegen waren und die vom Rande der Keimscheibe her zwischen die Blätter eingewandert seien, anderntheils aber tritt nunmehr Kölliker für die Ansicht in die Schranken, es sei das mittlere Keimblatt eine Wucherung des Ectoderms, welche vom Primitivstreifen aus centrifugal sich ausbreitet. Eine wie die andere Ansicht ist Angesichts der in diesem Aufsatze von neuem festgestellten Thatsachen unhaltbar. Das Vorhandensein einer selbstständigen, aller Gestaltung vorausgehenden Mesodermanlage ist eine unanfechtbare Thatsache, und nur dadurch ist überhaupt der Irrthum einer nachträglichen Neubildung des Mesoderms verständlich, dass die betreffenden Forscher ihrer Beurtheilung früher Stadien Schnittbilder durch den vordern Theil der Area zu Grunde legten, in dem die untere Schicht dünn und Mesodermzellen, somit überhaupt vorhanden, nur auf ein Minimum reducirt sind. Ueber die sonstige Schwäche der Peremeschko-Stricker'schen Argumentationen habe ich mich bei

---

[1] ib. p. 195.

[2] Balfour, Development and Growth of the layers of the blastoderm. *Quat. Journal of Micr. Sc.* Juli 1873. Foster und Balfour, *Grundzüge der Entwicklungsgeschichte*, übersetzt von Kleinenberg. Leipzig, Engelmann, p. 42.

früherem Anlasse [1] ausgesprochen und ich komme nicht wieder darauf zurück. Dagegen ist es von Interesse zu constatiren, welche Wahrnehmungen einen Beobachter vom Range Kölliker's bestimmt haben, eine völlige Neubildung des Mesoderms auf Kosten des Ectoderms anzunehmen. Bei wiederholtem genauern Durchgehen seiner Darstellung [2] komme ich zur Ueberzeugung, dass derselbe die entscheidenden Zwischenstadien von Beginn der Bebrütung bis zur völligen Ausbildung der Primitivrinne gar nicht gekannt haben kann. Ich finde nirgends eine Beschreibung der Area, welche auf das erste und auf das zweite Stadium passt. Vielmehr beginnt Kölliker's auf die Mesodermbildung bezügliche Darstellung sofort mit einem Keime, der nicht allein die völlig ausgebildete Primitivrinne, sondern der selbst eine Chorda dorsalis aufweist, der somit zum mindesten im Uebergange in mein viertes Stadium sich befindet. [3] Einige der zum Beweis herbeigezogenen Bilder und Angaben reichen sogar in noch spätere Stadien herein, so seine Figuren 31 und 33 vom vierten Tage der Bebrütung. Nur die Figur 34 (14stündige Bebrütung) scheint dem hintern Abschnitte eines Keimes vom zweiten Stadium entnommen zu sein und entspricht wohl den Figg. II *f'* u. *f''*, Taf. VI gegenwärtiger Abhandlung. Bei keinem der Durchschnitte ist genauer der Ort der Schnittführung angegeben. Kölliker's [4] Hauptargumente sind eines-

[1] *Knochenfischei* p. 39 u. f. Eine auf sehr sorgfältiger Untersuchung beruhende Bekämpfung der Migration findet sich auch bei Durante, Ricerche fatte nel Laboratorio di Anatomia normale di Roma. Rom 1873. Auch Durante, obwohl verschiedenen Möglichkeiten ihr Recht wahrend, stellt in den Vordergrund die Bildungsweise des mittleren Keimblattes durch Abspaltung von einer früher mit dem unteren gemeinsamen Anlage. Nur bedingt nimmt er eine Wanderung der Elemente vom Boden der Keimhöhle zum Rande der Area an. l. c. p. 74.

[2] *Entw.* 2. Aufl. p. 83—105 und *Verh. der Würzb. phys. med. Ges.* N. F. VIII.

[3] *Entw.* 2. Aufl. p. 90—92, Fig. 28—30.

[4] Kölliker wirft meiner Darstellung des mittleren Kleimblattes Unbestimmtheit vor, ich muss mir den Vorwurf insoweit gefallen lassen, als ich mit Absicht vermieden hatte, scharfe Grenzen zu ziehen, wo sie laut der Beobachtung noch nicht bestanden haben. So gross, wie sie K. darstellt, ist übrigens die Unbestimmtheit meiner Angaben nicht, auch habe ich das, was etwa an den Darstellungen der *Monogr.* (insbesondere von p. 72) von meiner Anschauung unklar geblieben sein mochte, durch spätere Aeusserungen (*Knochenfischei* p. 38 und *Körperform* Brief 3 und Brief 5) jedenfalls genügend erläutert. Auffallend bleibt mir, dass Kölliker bei seiner sonst so sorgfältigen Wiedergabe meiner Darstellung entgangen ist, was ich von der Entstehungsgeschichte des Axenstranges gesagt hatte. Ich hatte doch (*Monogr.* p. 94) erklärt, dass ein grosser Theil des Axenstranges von Zellen herstamme, welche beim Aufbrechen des Bodens der Primitivrinne in die Tiefe treten und hier in ungehemmtem Wachsthume nach beiden Seiten sich ausbreiten. Ich hatte mich dabei auf dieselben Bilder gestützt, welche seitdem auch Kölliker

theils die bekannte unentwirrbare Verbindung des Bodens der Primitivrinne mit den übrigen Zellen der Axenplatte; anderntheils die Einschichtigkeit des Endoderms und die Abwesenheit von irgendwelchen Wucherungen desselben. Auch in letzterem Punkte wird ihm wohl Niemand widersprechen; allein von der Zeit an, da ein einschichtiges Endoderm da ist, ist eben überhaupt die Trennung der untern Keimschicht in dieses und in eine Mesodermanlage fertig vollzogen. Kölliker's Irrthum liegt darin, dass er angenommen hat, die lockere Masse der subgerminalen Fortsätze werde ganz zur Endodermbildung verbraucht, und es sei daher zur Bildung des Mesoderms die Beschaffung neuen Materiales nöthig.

Wollen wir die an Ort und Stelle von der untern Keimschicht sich ablösende Mesodermanlage vorläufig als die primäre bezeichnen, so bleibt, wie man sieht, noch festzustellen, ob sich meinen eigenen früheren Angaben und denen von Waldeyer entsprechend dieser primären Anlage eine aus dem Ectoderm in den Axenstrang übertretende secundäre beimengt und ob sich, wie ich dies früher gleichfalls anzunehmen geneigt war, die obere Muskelplatte auf Kosten des mit ihr zusammenhängenden Ectoderms vergrössert.

Die in diesem Aufsatze mitgetheilten Thatsachen reichen noch nicht zur Entscheidung dieser Fragen aus. Es ist oben constatirt worden, dass mit dem Auftreten der Primitivrinne die Unterfläche des Ectoderms sich auflockert, ihre scharfen Grenzen verliert und mit den obersten Intermediärzellen in unentwirrbare Verbindung tritt. Anderntheils zeigen die Schnitte des zweiten Stadiums auch im seitlichen Retrocentral- und Retroarealgebiete nahen Anschluss der mesodermatischen Zellenschicht an das Ectoderm. Nichtsdestoweniger können diese Dinge an und für sich Nichts beweisen und wir werden später mit Hülfe von Messung versuchen müssen, darüber in's Klare zu kommen, wie weit jene Grenzenverwischung von einem wirklichen Zellenübergange begleitet ist. Mittlerweile wird es zweckmässig sein darüber Umschau zu halten, wie sich zur Zeit für andere Wirbelthierklassen die Anschauungen über die Bildung des Mesoderms gestalten.

Für die Säugethiere hatten die Untersuchungen Th. Bischoff's gelehrt, dass bei Bildung der übrigens einschichtigen Keimblase ein unverbrauchter Rest von Dotterkugeln an der Wand haften bleibt und den sogen. Embryonalfleck oder Fruchthof (Coste, Bischoff) bildet. Von diesem ausgehend breitet sich jene Zellenmasse flach aus und bildet so

zur Begründung seiner Mesodermlehre wiedergegeben hat (zu vergl. auch *Körperform* p. 36 u. 61).

eine von der animalen Keimblasenwand geschiedene untere oder vegetative Schicht. Später sind drei Blätter unterscheidbar, von denen das mittlere als Gefässblatt bezeichnet wird. Diese Angaben stehen, abgesehen von der Terminologie, mit allen neuern, ausgenommen vielleicht diejenigen von Kölliker,[1] in Uebereinstimmung, allein sie geben gerade über die Frage von dem sogen. mittlern Keimblatt keine Auskunft. Nun erfahren wir durch die neuen Arbeiten Hensen's, dass im vordern Theile des Fruchthofes (oder der Keimscheibe nach H.) ein Mesoderm sich überhaupt nicht bildet, ein Punkt, dessen Nichtbeachtung gleich wie beim Hühnerkeim, so auch hier, zu bedeutenden Missverständnissen führen muss. Im hintern Abschnitte des Fruchthofes wird (an Keimscheiben von ca. 0·9^{mm} Länge) das Mesoderm gleichzeitig mit den ersten Spuren des Primitivstreifens nachweisbar. Letzterem entspricht auch beim Säugethierei eine Verwachsung des Ectoderms mit der untern Keimschicht und Hensen schliesst aus seinen Erfahrungen, dass beide Schichten an der Mesodermbildung sich betheiligen, wenn auch in differenter Weise und mit verschieden grossen Massen.[2]

Kölliker[3] hält auch beim Säugethierkeim das mittlere Blatt für eine Wucherung des Ectoderms. Aehnlich spricht sich Lieberkühn nach Erfahrungen am Maulwurfsei aus;[4] er beobachtete ein Stadium der Fruchthofbildung mit noch fehlender Schichtung, nach diesem ein zweischichtiges Stadium mit einer aus dünnen, glatten Zellen bestehenden untern Schicht, dann aber ein dreischichtiges, bei welchem übrigens das hintere Ende der Mesodermanlage weder nach oben, noch nach unten hin scharfe Schichtenscheidung zeigte. — Schäfer[5] schildert eine von ihm beobachtete Keimblase der Katze; die Wahrnehmung einer über dem Endoderm liegenden structurlosen Haut giebt ihm Anlass zu vermuthen, dass die Mesodermzellen vom Ectoderm abstammen. — Allen diesen Angaben gegenüber erklärt E. v. Beneden kurzweg,[6] dass das

[1] Man vergl. auch Th. Bischoff's polemische, an beherzigenswerthen Winken reiche Schrift: *„Historisch-kritische Bemerkungen zu den neuesten Mittheilungen über die erste Entwicklung der Säugethiereier"*. München 1877, p. 51 u. f.

[2] *Zeitschrift f. Anat. u. Entw.* I. p. 270 u. 353.

[3] *Entwgesch.* 2. Aufl. p. 236.

[4] *Sitzungsber. der Marburger Ges. zur Bef. der Naturw.* 1875. p. 63.

[5] *On a mamalian ovum in an early stage Proc. of Royal Soc.* 1876. Nr. 168 p. 3. Seine M. limitans hypoblastica liegt dem Endoderm auf; Hensen's M. prima liegt unter dem Ectoderm. Sind beide Membranen, wie Schäfer selbst vermuthet, identisch, so würde dies nicht zu Gunsten seiner Annahme und der Abstammung des Mesoderms vom Ectoderm sprechen. Schäfer's Beobachtung ist übrigens zu fragmentarisch, um in dieser Frage mit verwendbar zu sein.

[6] E. v. Beneden, *la Maturation de l'oeuf etc. des Mammiferes.* Brüssel 1875. p. 42.

Mesoderm der Zellenrest ist, der von gemeinsamer Anlage nach Abspaltung des Endoderms übrig bleibt.

Bei Reptilien wissen wir Nichts genaueres über Mesodermbildung; wogegen für Amphibienentwicklung eine Reihe von Arbeiten vorliegen. Remak hat,[1] wie man weiss, gefunden, dass bei der Umwachsung der hellen Hälfte des Froscheies durch die dunkle von der Grenze zwischen Boden und Decke der Keimhöhle ausgehend ein die Bestandtheile beider aufnehmender schirmartiger Fortsatz auftritt, welcher, der spätern Rückseite entsprechend, nach unten immer weiter sich vorschiebt und so die zukünftige Nahrungshöhle, die sogen. Rusconi'sche Höhle umgiebt. Diesen Fortsatz nennt Remak die Axenplatte und von seinen drei Schichten verfolgt er die beiden äusseren in die Decke der Furchungshöhle, die innere in deren Boden. Bezeichnen wir mit dem jetzt üblichen Ausdrucke, die Zellen über der Furchungshöhle als Ectoderm, so leitet Remak beim Frosche, anders als beim Hühnchen das Mesoderm vom Ectoderm ab. Remak's Darstellung hat sich Stricker[2] entgegengestellt. Nach ihm hat die ursprüngliche Decke der Keimhöhle mit der Mesodermbildung nichts zu thun, sondern dieses sowie das Drüsenblatt bilden sich aus Keimzellen, die vom Boden der Keimhöhle allmählig an die Decke heransteigen, bez. heraufwandern, die Nahrungshöhle aber oder Rusconi'sche Spalte entsteht nicht durch Einstülpung der untern Hälfte in die obere, sondern durch Auseinanderweichen der Formelemente. In ähnlichem Sinne hat sich Golubew[3] ausgesprochen, nur dass er von Zellenwandungen absieht. Ueber Goette's Ansichten in Betreff der Keimblattbildung habe ich an einem andern Orte referirt,[4] hier sei nur erwähnt, dass Endoderm und Mesoderm gemeinsam von der sogen. secundären Keimschicht abgeleitet werden. v. Bambecke[5] dagegen schliesst sich insofern wieder an Remak an, als auch er die Decke der Furchungshöhle von Anfang ab aus zwei Schichten bestehen und die Bildung der Nahrungshöhle durch eine Verschiebung des primären Ectoderms, d. h. der Decke der Nahrungshöhle über dem Dotterklumpen stattfinden lässt. Selbst das unter der Axenplatte liegende Endoderm ist nach diesem Autor als umgebogene Deckschicht des Ectoderms zu verstehen.

Der Knochenfischkeim lässt sich nach abgelaufener Furchung, wie

---

[1] *Entwgesch.* p. 142.

[2] *Zeitschrift f. wissensch. Zool.* Bd. XI. p. 315 und *Lehrb. d. Histol.* p. 1195 u. f.

[3] Rollet's *Unters.* Leipzig 1870.

[4] *Zeitschrift f. Anat. u. Entw.* I. p. 306.

[5] *Sur le developpement du Pelobate brun. Mém. de l'Acad. R. de Belgique.* T. XXXIV. p. 24 u. f.

wir seit Lereboullet wissen, als eine abgeplattete, wenn auch an ihrer untern Fläche unvollkommene Blase auffassen. Ihr Randtheil, der für die Embryobildung allein in Betracht kommt, besteht aus zwei dicken unmittelbar in einander umbiegenden Schichten. Ueber der obern liegt als frühzeitige Abscheidung die am Rande frei auslaufende, den im Wasser sich entwickelnden Wirbelthieren eigenthümliche einzellige Deckschicht, welche für die nachfolgende Entwicklung durchaus nebensächliche Bedeutung hat. Ausserdem kennt man hier die unter dem durchfurchten Keime im Dotter liegenden, vorläufig als Keimwallzellen zu bezeichnenden Elemente. Von ihnen hatte schon Lereboullet und späterhin v. Bambecke angenommen, dass sie zur Endodermbildung verwendet werden, und auch Kupffer[1] neigt sich zu derselben Ansicht. Nach Oellacher[2] und nach Goette[3] sind sowohl das Darmdrüsenblatt als das mittlere Keimblatt von der untern Schicht abzuleiten, eine Ansicht, die auch ich für die richtige halte. Kupffer dagegen behauptet vom mittlern Keimblatte, dass es sich vom obern (dem Hornblatte, wie er es nennt) abspalte und ebenso v. Bambecke. In Betreff des erstern Beobachters ist jedoch hervorzuheben, dass er nicht nach Durchschnitten, sondern nach der Gesammtansicht kleiner durchsichtiger Eier gearbeitet hat, während v. Bambecke unter seiner untern Schicht die Keimwallzellen, oder seine Couche intermediaire versteht und zu seiner obern Schicht hinzuzieht, was andere Autoren die untere nennen; der Widerspruch seiner Auffassung, soweit er das Mesoderm betrifft, ist somit nur ein scheinbarer.

Wenig Widerspruch besteht bis jetzt hinsichtlich der Mesodermbildung für die Selachier. Balfour[4] hat erkannt, dass die Chorda aus einer Erhebung des Endoderms hervorgeht, während sich der Rest des Mesoderms in zwei Seitenhälften jederseits davon von der untern Keimschicht ablöst. Schultz stimmt dem bei und hebt ähnlich wie Balfour hervor, dass dem chordabildenden Endodermabschnitte gemischte Bedeutung zukommt.[5] Meine eigenen Beobachtungen stimmen mit denen Balfour's im Thatsächlichen überein, ich finde insbesondere auch die Beschreibung des der Mesodermabspaltung vorausgehenden Stadiums und des Verhaltens des Keimrandes völlig zutreffend. Nur weiche ich, wie

---

[1] *Arch. f. mikr. An.* IV. 245.

[2] *Zeitschrift f. wissensch. Zool.* XXIII. p. 39.

[3] *Arch. f. mikr. An.* IX. 679.

[4] Balfour, *Preliminary Account etc.* p. 15, und *Journ. of Anat.* X. p. 529 u. 533. Es ist zu bedauern, dass Balfour, der seine Zeichnungen mit dem Prisma aufgenommen hat, nirgends die Maassstäbe mittheilt.

[5] Schultz, *Archiv f. mikr. Anat.* XIII. p. 475.

früher erwähnt, in der Deutung von diesem Autor darin ab, dass ich zur Embryoanlage einen grossen Theil des Keimrandes rechne. Allein auch die Betrachtung des Randwulstes zeigt (vergl. Taf. V, Fig. 15 *b*), dass hier die Mesodermzellen zunächst der untern Keimschicht aufliegen.

Für den Amphioxus hatte früher Kowalewsky aus optischen Querschnitten geschlossen, dass eine obere Muskelplatte vom Ectoderm, eine untere vom Endoderm sich abspaltet,[1] in seiner neuen Arbeit, welche auf Durchschnitten mit basirt, nimmt dieser Forscher seine frühere Angabe ausdrücklich zurück und erklärt, unter Mittheilung überzeugender Durchschnittsbilder, die Muskelplatte und die Chorda für Bildungen der untern Keimschicht.[2]

Das Ergebniss der obigen Zusammenstellung ist Nichts weniger als erfreulich, denn es gewährt uns den Anblick eines schwer zu entwirrenden Chaos. Sollte zur Zeit über die Abstammung des Mesoderms abgestimmt werden, so würde für Fische und für Amphibien die Abstammung aus der untern Keimschicht, für die Säugethiere die aus dem Ectoderm und für die Vögel die gemischte Abstammung das Mehr erhalten, ein Ergebniss, an das sich vielleicht ganz interessante Folgerungen würden knüpfen lassen. Indess sind wir doch noch nicht auf dem Punkte, zu einer ultima Ratio die Zuflucht nehmen zu müssen, bei der die Ratio überhaupt aufhört. Mit einiger Geduld und mit fortgesetzter Arbeit wird der Abschluss wohl auch auf minder gewaltsameren Wege erreichbar sein. Vorerst sehe ich es als einen Gewinn neuerer Arbeiten an, dass sie uns über die Nichtexistenz der vermeintlichen Einheit des Mesoderms überzeugenden Aufschluss gegeben haben. Nicht zu reden von den parablastischen Theilen, so ist es gegenüber dem, was wir jetzt einestheils bei Fischen, anderntheils bei Säugethieren über die Bildung der Chorda wissen, unbestreitbar, dass die von mir seinerseits vorgenommene Scheidung des Axenstranges von dem seitlichen Abschnitte des Mesoderms ihre volle Berechtigung hat.[3] Ob dieser Axenstrang, wie ich dies s. Z. angenommen habe, nach beiden Seiten hin zwischen die Muskelplatten Bestandtheile abgiebt, welche zu den Urwirbelkernen, dem Urnierengang und dem Keimepithel werden, das wird noch des sorgfältigeren nachzuprüfen sein. Die Möglichkeit, dass selbst bei Selachiern und Knochenfischen ein solcher Uebertritt stattfinden könne, ist an der Hand der Beobachtung (vgl. Taf. VI, Fig. 4) nicht ohne Weiteres abzuzuweisen. Im Uebrigen bietet aber gerade die Geschichte der Chorda

[1] *Entw. d. Amphioxus.* Petersb. 1867. p. 13.
[2] *Archiv f. mikr. Anat.* XIII. p. 187.
[3] Zu vergl. ist auch Rabl, *Jenaische Zeitschrift.* Bd. X. p. 350 f.

sehr warnende Fingerzeige: bei Selachiern, bei Knochenfischen und wahrscheinlich auch bei den Amphibien aus dem Keimrande sich bildend, entsteht sie im Vogelkeim entfernt vom Rande längs einer secundär entstandenen Längsfalte des Ectoderms, und auch da finden sich nicht unwesentliche Differenzen ihrer Bildung zwischen den vordern und den hintern Abschnitten des Körpers.

Soviel lässt sich jedenfalls nunmehr erkennen, dass die Aufstellung eines allgemein durchgreifenden Entwicklungsschemas zur Zeit einzig als eine wissenschaftliche Vergewaltigung, d. h. mit schroffer Ignorirung positiver Thatsachen, durchführbar ist. Sowie die Dinge liegen, bleibt uns nur der Weg vorgeschrieben, die Specialentwicklungen, eine um die andere bei grösstmöglicher Strenge der Methoden, und unter gewissenhafter Enthaltung von allen anfechtbaren Schlüssen und Verallgemeinerungen zu revidiren, so lange bis in Betreff des direct feststellbaren Thatbestandes jeglicher Zweifel beseitigt sein wird. Wir haben uns im Grunde ja alle in der angenehmen Illusion gewiegt, als ob die Erkenntniss scheinbar fundamentaler Vorgänge in einer Klasse ohne Weiteres zur Uebertragung auf die Allgemeinheit berechtige. Diese Illusion können wir nicht länger halten, Angesichts der eindringlichen Erfahrung, dass wir nunmehr so oft schon in entwicklungsgeschichtlichen Dingen den scheinbar mit dem wirklich fundamentalen Vorgange verwechselt haben. Zunächst muss der Versuch gemacht werden, das, was wirklich feststeht, von dem scharf zu scheiden, was der weitern Discussion bedarf, und in Betreff des letztern ist die Fragestellung klar zu formuliren.

Unbestritten ist die Thatsache, dass nach Ablauf der Furchung der Wirbelthierkeim durchgehends aus 2 Abtheilungen besteht, für welche die Bezeichnung einer obern und einer untern Keimschicht vorläufig die mindest missdeutbare ist. Auch darin besteht wohl seit den neuern Arbeiten über Furchung der Vogel- und der Säugethiereier Uebereinstimmung, dass der Furchungsvorgang an verschiedenen Abschnitten des Keimes mit ungleicher Geschwindigkeit abläuft, und dass die obere Keimschicht aus dem rascher, die untere aus dem langsamer durchfurchten Theile des Keimes hervorgegangen ist.

Bei den holoblastischen Eiern des Amphioxus, wie bei denen der Amphibien, Cyklostomen und Ganoiden, bildet die obere Keimschicht die Decke, die untere den Boden der Furchungshöhle, und beide sind nur längs einer Anfangs kreisförmigen Linie, die als Keimrand zu bezeichnen ist, unter einander verbunden. Anders verhalten sich in der Hinsicht die Keime der meroblastischen Wirbelthiere. Bei ihnen nämlich erhält sich die Furchungshöhle, insoweit sie überhaupt zu Stande kommt, nur sehr vorübergehend, und sie schliesst sich später unter Ver-

löthung ihrer Wandungen. Die neue Höhle, die mit Ablauf der Furchung sich bildet, die sog. **Keimhöhle**, steht zur ursprünglichen Furchungshöhle in keiner Beziehung, wogegen die im Verlauf der Blätterscheidung auftretenden Spalten vielleicht stellenweise durch Wiederaufreissen der verwachsenen Furchungshöhle entstanden sind.

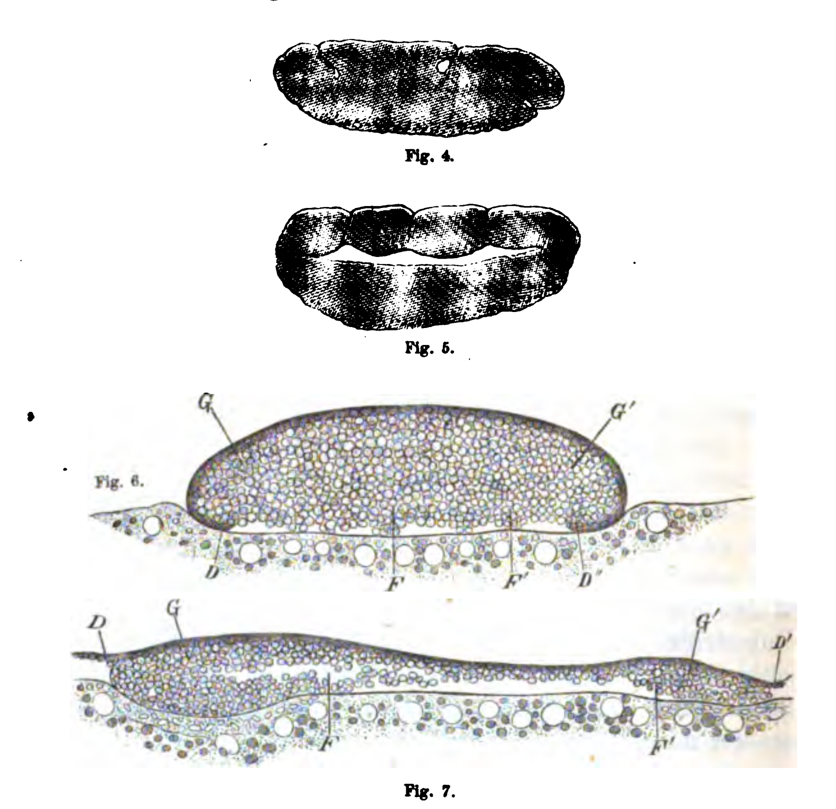


Fig. 7.

Senkrechte Durchschnitte von Lachskeimen, 40fach vergrössert. Fig. 4. Beginn der Furchung, buchtige Erweiterung der Spalten. Fig. 5. Furchungshöhle (2. Tag p. foec.). Fig. 6. 6. Tag. Linsenförmiger Keim. Anfänge der Keimhöhle. Fig. 7. 7. Tag. Keim abgeplattet, obere und untere Keimschicht geschieden. *D* Deckschicht. *G* Gewölbtheil. *F* Füllungsmasse.

Am klarsten liegen in der Hinsicht die Dinge am Knochenfischei. Hier beginnt bekanntlich die Durchfurchung in der obern Hälfte. Die zuerst auftretenden Furchen schneiden bis auf eine gewisse Tiefe ein und weiten sich dann zu Buchten aus. Durch Zusammenfliessen mehrerer Buchten entsteht aber vorübergehend eine Höhle, welche die untere noch ungefurchte Keimhälfte von der obern, durch Furchen gegliederten trennt; beide Schichten hängen am Rande zusammen. Mit den weitern Fortschritten der Zerklüftung schwindet der Spalt und an seiner Stelle

bleibt nur ein System unregelmässiger Lücken, das zwischen den locker gefügten Zellen des Keimes sich ausbreitet. So ist das Verhalten, so lange der Keim seine linsenförmig gewölbte Gestalt beibehält. Als Vorläufer einer Keimhöhle zeigen sich grössere Lücken zwischen der untern Keimfläche und dem Dotter. Nun tritt, wie ich dies an anderem Orte auseinandergesetzt habe,[1] unter Auseinanderreissung der unteren Zellenmassen die scheibenförmige Abflachung des Keimes ein, in deren Gefolge ein dicker, dem Dotter aufliegender Randwulst von einer dünnen, die nun grösser gewordene Keimhöhle überspannenden Mittelscheibe sich scheidet. Der Randwulst allein umfasst die Anlage des Embryo, und in ihm tritt jene bekannte Spalte auf, welche untere und obere Keimschicht unter Erhaltung einer marginalen Verbindung von einander trennt. Diese Spalte wird in der Regel als Furchungshöhle bezeichnet, allein die Berechtigung hiezu bedarf erst der Discussion.

Der deutlichen Auseinandersetzung wird am besten gedient sein, wenn wir die später auftretende Spalte als secundäre Furchungshöhle bezeichnen, die früher vorhandene aber als primäre. Für die letztere ist es klar, dass sie gleich der entsprechenden Höhle anderer Eier, wie etwa des Froscheies, unter Erhaltung der constanten Randverbindung die beiden Keimhälften ungleicher Furchungsgeschwindigkeit von einander trennt. Im Ganzen und Grossen thut dies unstreitig auch die secundäre Furchungshöhle, allein die völlige Congruenz der letztern mit der primären Höhle ist vorerst nicht zu erweisen. Es ist die Möglichkeit vorhanden, dass bei Bildung der secundären Spalte ein Theil der ursprünglich untern Zellen an der obern Schicht, oder der ursprünglich obern an der untern haften geblieben sind, ein Verhalten, das für die definitive Vergleichbarkeit der Keimblätter sehr schwer in's Gewicht fallen muss. Dass selbst anscheinend regellose Trennungen innerhalb einer ursprünglich zusammengehörigen Zellenlage auftreten können, das beweist am besten der Mitteltheil der Keimscheibe, in dessen Bereich die untern Zellen theils an der Decke der Höhle, theils am Boden hängen geblieben sind.

Ueber die Furchung des Hühnerkeimes haben wir zu den frühern Aufschlüssen von Oellacher wichtige Ergänzungen durch Kölliker erhalten. Eine nicht unbedenkliche Schwierigkeit für sichere Beurtheilung der Verhältnisse liegt hier allerdings in den Untersuchungsmethoden. Die bis jetzt stets vorgenommenen Härtungen des Eierstocks und der Eileitereier in Chromsäure oder in chromsauren Salzen haben den Uebelstand, dass sie durch Zerstörung der weissen Dotterkugeln und

[1] *Zeitschr. f. Anat. u. Entw.* I. p. 6 u. 7.

Umwandlung derselben in eine körnige Masse die Gränzen des eigentlichen Bildungsdotters verwischen. Immerhin ist aus den Oellacher'schen und den Kölliker'schen Beschreibungen und Abbildungen die Thatsache als unbestreitbar zu entnehmen, dass, gleichwie im Knochenfischkeime, die Durchfurchung in der obern Keimhälfte ihren Anfang nimmt, wobei, wie Kölliker neuerdings in sehr befriedigender Weise gefunden hat, der Furchungsmittelpunkt excentrisch zu liegen kommt. Eine primäre Furchungshöhle derjenigen der Knochenfische vergleichbar, scheint demnach in frühester Zeit auch hier in Form einer engen Spalte vorhanden zu sein.[1] Dann aber bildet sich aus dem Keim bei weiterer Furchung eine Zellenplatte, welche zwar in verschiedenen Höhen ungleich dicht, d. h. von ungleich grossen Lücken durchsetzt ist, im Uebrigen aber in sich zusammenhängt. So finden wir denselben noch zur Zeit des Legens und alle Spaltenbildung erfolgt in ihm erst secundär in der ersten Zeit der Bebrütung. Im Verhalten von Vogel-, von Knochenfischkeim kommen folgende Unterschiede in Betracht: Ersterer erhebt sich nie in so selbstständiger Weise als flacher Hügel über den Dotter, wie dies der Knochenfischkeim thut; er bleibt dem Dotter, soweit wir bis jetzt wissen, stets als flache Scheibe aufliegen. Demnach fehlen wohl auch die Bedingungen jener rasch sich einstellenden Keimabplattung, welche oben für den Fischkeim erörtert worden ist. Besonders bedeutsam aber ist es, dass die Furchung, wenn auch in der obern Hälfte beginnend, doch rascher in die Tiefe, als nach dem Rande hin sich ausbreitet.[2] Es entspricht sonach, wenn wir die relative Furchungsgeschwindigkeit als bestimmend ansehen, die untere Keimschicht des Frosch- oder des Lachskeimes mehr noch der Peripherie als der Unterfläche des Vogelkeimes. Es ist dieser Punkt wohl gerade dafür von entscheidender Bedeutung, dass im Vogelei die Embryonalanlage zum Keimrande in anderer Beziehung steht, als im Fischei. — Während ferner am Fischkeim zur Zeit der Schichtentrennung keinerlei auffallende Unterschiede im Verhalten und in der Fügung der Zellen (abgesehen von der Deckschicht)[3] zu Tage treten, so geht am Vogelkeim eine Differenzirung der Schichten der eigentlichen Trennung lange voraus. Das dicht gefügte Ectoderm enthält hier die Keimtheile raschester Furchung,

---

[1] Zu vergl. die Abbildungen von Oellacher, *Furchung und Blätterbildung im Hühnerei*, Fig. 4 u. 5, und Kölliker, *Entwicklungsgesch.* 2. Aufl. Fig. 19.

[2] Oellacher, Fig. 6. Kölliker, Fig. 22.

[3] Dass die Sonderung einer Deckschicht vielleicht blos auf Wasserwirkung beruhen, habe ich bereits an andern Orten angedeutet, *Zeitschr. f. Anat.* I. p. 306. Unter den Amphibien fehlt sie, nach Götte, den Landsalamandern, unter den Fischen den Selachiern.

die untere Keimschicht solche langsamerer Furchung. Allein schon die Verhältnisse am Rande lassen es als zweifelhaft erscheinen, ob sich der Begriff Ectoderm mit dem Begriff einer Schicht raschester Furchung vollständig deckt, und nicht minder zweifelhaft muss es bleiben, ob sich nicht auch nach der Dicke Verbindungen von solchen Zellen erhalten haben, die ursprünglich auf verschiedenen Seiten der Furchungsspalte gelegen hatten. Erneute Untersuchungen der Vogelfurchung, selbstverständlich mit Messungen, werden wenigstens einen Theil dieser Zweifel aufzuklären vermögen.

In Betreff der Selachier wissen wir bereits durch die Arbeit von Gerbe,[1] dass der Keim, ähnlich wie im Ei der Knochenfische, vor Beginn der Furchung zu einem selbstständig über den Dotter hervortretenden Klumpen sich sammelt. Schultz hat das Verhalten neuerdings bestätigt, nach ihm nimmt während des ganzen Furchungsvorganges die Dicke des Keimes stetig zu und seine Form ist schliesslich eine nahezu kuglige.[2] Die Furchung beginnt nun auch hier an der Oberfläche und schneidet, wie Balfour und Schultz übereinstimmend melden, zunächst nur auf die halbe Dicke des Keimes ein. Dieselbe nimmt in einem etwas excentrisch liegenden Theil der Scheibe ihren Anfang und schreitet von da an den Rand vor, laut den Angaben Gerbe's, verhältnissmässig langsamer als beim Vogelkeim, aber rascher als bei dem der Reptilien. Wie die Abplattung des Keimes erfolgt, meldet keiner der bisherigen Autoren, sie scheint nicht so plötzlich, wie bei Knochenfischen, einzutreten. Von Durchschnittsbildern liegen bis jetzt die von Balfour vor,[3] welche eine nur unvollständige Reihe bilden, und die weit unvollständigern noch von Schenk.[4] Zur Beurtheilung des vollen Sachverhaltes, speciell zur Aufklärung in Betreff einer

---

[1] *Journal de l'Anat. et de la Physiol.* Bd. VIII. p. 609.

[2] *Archiv f. mikr. Anat.* XIII. p. 466.

[3] *Journ. of Anat. and Phys.* X. p. 388 u. f. Taf. XV.

[4] *Sitzungsber. der Wiener Akad.* Bd. LXVIII, Dec. 1873. Schenk giebt an, dass der Keim des Rochens (Raja quadrimac.) schon vor Beginn der Furchung durch eine von ihm für die Furchungshöhle gehaltene Querspalte in eine obere und untere Hälfte getheilt werde. Aus seiner Zeichnung lässt sich wenig lernen, und da er nur mit Chromsäurepräparaten gearbeitet hat, ist es möglich, dass er subgerminalen, durch die Chromsäure körnig gewordenen Dotter zum Keime gerechnet hat. Die Behauptung, dass die Furchungskugeln des Randes gleich gross seien, wie die der Mitte, steht mit Gerbe's und Balfour's Angaben in schroffem Widerspruch und beruht unzweifelhaft auf einem Beobachtungsfehler. — Die Wissenschaft würde kaum darunter leiden, wenn solche Beobachtungsfragmente bis zur genügenden Ergänzung und Durcharbeitung im Pulte ihres Urhebers zurückbehalten würden.

primären Furchungshöhle, (welche **Schenk** behauptet, **Balfour** leugnet), reicht das Material in keiner Weise aus. Nach Ablauf der Furchung bildet der Keim eine Scheibe mit dünnem Mitteltheil und dickem intensiv gefärbten Randwulst, dessen Dicke an der einen Seite beträchtlich grösser ist als an der andern. Unter dem Mitteltheil der Scheibe liegt eine Höhle, welche **Balfour** als Furchungshöhle bezeichnet, allein es ist aus der Vergleichung mit Vogel- und Knochenfischkeim leicht zu entnehmen, dass ihr nur die Bedeutung einer Keimhöhle zukommt, wie denn ihre Decke, gleich der Decke der Vogelkeimhöhle zweischichtig ist, aus einem festgefügten Ectoderm und einer lockern untern Schicht besteht; dass auch auf dem Boden der Keimhöhle Zellen liegen, ändert an der Sache ebensowenig, als beim Vogel oder Knochenfischkeim. In dem einen, wie im andern Falle handelt es sich um eine mehr oder weniger unregelmässig erfolgte Zerklüftung innerhalb der untern Schicht, und die Bedingungen dafür liegen in der Ausdehnung der obern Schicht und in dem Umstande, dass die der letztern anliegenden Theile der untern Schicht mit jener in festerer Verbindung stehen, als unter einander. Als secundäre Furchungshöhle ist erst die Spalte zu bezeichnen, welche zwischen dem Ectoderm und der untern Schicht auftritt und welche auch in den Figuren 14 u. 15 meiner Tafel V dargestellt ist. Die Bildung dieser Spalte erfolgt wenigstens auf Seiten des Ectoderms sehr glatt, während die untere Schicht noch eine Weile ihre höckerige Oberfläche beibehält. Hiernach würde man vielleicht vermuthen dürfen, dass die secundäre Höhle der primären genau entspricht?

Bei den ferneren Untersuchungen über die Furchung, sowohl des Vogel- als des Selachierkeimes wird übrigens die Frage wohl ins Auge zu fassen sein, ob im Verlauf der Keimumwandlung die langsam sich durchfurchenden Randstücke wirklich in das spätere Ectoderm aufgenommen, oder ob sie vielleicht von der Platte der rasch wachsenden centralen Zellen in die Tiefe gedrängt und der untern Keimschicht angefügt werden.

Auf die Discussion des Säugethiereies trete ich hier nicht ein, die Dinge liegen dazu nicht klar genug. Auch reichen vorerst die obigen Auseinandersetzungen aus, um zu zeigen, wie durch Verwachsung der primären Furchungshöhle bei einem grossen Theil der Wirbelthiere eine Complication eintritt, welche bei der Keimblattdiscussion eine eingehende Würdigung beansprucht. Denn nicht das allein verlangen wir von einem bestimmten Zellencomplex zu wissen, ob er zu dieser oder jener Zeit in der Nähe dieser oder jener andern Zellenmassen gelegen hat, sondern auch darüber sollen wir Kenntniss erlangen, welchem der durch die ersten Vorgänge der Furchung sich scheidenden Hauptabschnitte des Keimes derselbe zugehört.

Die eigentliche das Interesse der Keimblattfrage bestimmende Grundfrage richtet sich auf die Scheidung der differenten histologischen Blasteme.

Entweder: es beherrschen die Ungleichheiten im zeitlichen Ablaufe der Furchung und des nachfolgenden Wachthums die spätere histologische Bestimmung der Keimtheile,

Oder: es ist die histologische Gliederung des Keimes bestimmt durch die definitive Lagerung seiner einzelnen Bestandtheile, bez. durch die äussern Entwicklungsbedingungen, welchen diese unterliegen (grössere Leichtigkeit des Sauerstoffbezuges für die Ectodermzellen, Möglichkeit der Aufnahme von Dotterbestandtheilen für die Zellen der untern Keimschicht u. dergl. mehr).

In ersterem Falle beansprucht die Zurückführung der secundären Gliederung auf die primäre das allergrösste Interesse, im zweiten Falle aber erscheint sie als von völlig nebensächlicher Bedeutung. — In meinen frühern Arbeiten habe ich mich entschieden auf den erstern Standpunkt gestellt, immerhin ohne dabei die Schwierigkeiten zu verläugnen, welche dessen strenge Behauptung darbietet. Ich hatte damals den Satz aufgestellt, dass das Nervenblastem aus denjenigen Abschnitten der Keimscheibe sich bildet, welche beim Beginn der Entwicklung die grösste Wachsthumsgeschwindigkeit besitzen, während das Muskelblastem in den Abschnitten mittlerer und das Epithelialgewebe in derjenigen geringerer Wachsthumsgeschwindigkeit entsteht.[1] Ich halte eine nochmalige eingehende Discussion des tiefgreifenden Problemes zwar für nothwendig, aber augenblicklich für verfrüht. Einen Hauptentscheid müssen, wie schon oben angedeutet wurde, die ferneren Arbeiten über die Furchung liefern. Das Eine darf ich ja wohl eingestehen, dass die Dinge minder einfach liegen, als ich sie damals aufgefasst hatte, und dass eine ganz besondere Schwierigkeit aus der Complication der verschiedenen Arten von Wachsthum sich ergiebt. Numerisches Wachsthum, einseitiges Flächen- oder Dickenwachsthum und wirkliches Massenwachsthum greifen in vielfältigster Weise in einander, und es ist ungemein schwierig die Abhängigkeit der verschiedenen Functionen von einander in befriedigender Weise zu entwirren. In einem der nächstfolgenden Aufsätze wird sich Anlass finden auf diese Frage zurückzukommen, und so mag deren Erörterung bis dahin ausgestellt bleiben.

---

[1] *Monogr.* p. 195—200.

Erklärung der Tafeln.

Alle Figuren sind mit Prisma und System VII Hartnak gezeichnet (Vergr. 250). Der Maassstab findet sich auf Taf. VI. Der Keimwall, von welchen die durch Chrom- oder Salpetersäure gehärteten Präparate doch keine correcte Vorstellung geben, ist nur schematisch angedeutet.

Gemeinsame Bezeichnungen.

Ec. Ectoderm. *u. K.* Untere Keimschicht. *I.* Intermediäre Zellen. *En.* Endoderm. *Kw.* Keimwall. *B.* Zellen vom Boden der Keimhöhle. *M.* Megasphären. *Rw.* Randwulst. *V.* Vacuolen. *D.* Dotterplättchen, resp. Dotterkörner.

Tafel V.

Fig. 1 u. 2. Medianer Sagittalschnitt eines Hühnerkeimes aus dem ersten Stadium (Durchm. des Keimes 3·9 mm), 1 hinterer, 2 vorderer Rand. Am erstern ist die untere Keimschicht dicker und dichter, schärft sich aber hier, wie dort gegen den äussersten Randsaum zu und löst sich in zerstreut liegende Zellen auf.

Fig. 3. Hühnerkeim von 3·9 mm Durchm. Querschnitt. Rand der Area präembryonal. Das Endoderm ist im Bereich der Area entfernt. An der untern Fläche des isolirten Ectoderms sieht man hier, wie bei Fig. 6, flache Zellenklumpen hervorragen.

Fig. 4. Derselbe Querschnitt, Randsaum.

Fig. 5. Präcentraler Querschnitt derselben Keimscheibe, Rand der Area. Der Schnitt zeigt die Zuschärfung des Ectoderms beim Uebergang ins Ringgebiet. *T* tropfartig dem Ectoderm anhaftende Zellen. Die intermediären Zellen bilden innerhalb der Area eine zusammenhängende, dem Endoderm aufruhende Schicht. Unter letzterem am Rande der Area grössere Keimzellen.

Fig. 6. Präcentraler Querschnitt. Hühnerkeim zweites Stadium 5·7 mm Durchm. Rand der Area. Der Schnitt entspricht dem vorigen; er zeigt die Randverdünnung des Ectoderms, eine der spätern Herzanlage entsprechende Anhäufung intermediärer Zellen und einige Megasphären an dem Uebergang der intermediären Spalte in das Ringgebiet.

Fig. 7. Querschnitt derselben Keimscheibe, präcentral, Randwulst.

Fig. 8 desgl. Ringgebiet mit stark verdünntem Ectoderm und mit Keimwall, letzterer, wie bei 6 u. 7, bereits organisirt.

Fig. 9. Medianer Sagittalschnitt. Hühnerkeim des zweiten Stadiums. Keim von 7·3 mm Durchm. Vorderer Uebergangstheil. Zuschärfung des Ectoderms. Verdickung der untern Keimschicht im Uebergangsgebiet, Fortsetzung der Intermediärspalte ins Ringgebiet, Megasphären. Der bereits organisirte Keimwall zeigt eine wolkige Gliederung als Andeutung seiner Entstehungsweise.

Fig. 10. Stück eines medianen Sagittalschnittes einer Keimscheibe von 7·3 mm, zweites Stadium retroareal. Die Zellen der untern Keimschicht sind mächtig vergrössert und mit weissen Dotterbestandtheilen erfüllt. Es ist dies die Vorstufe der in Fig. 9 dargestellten Keimwallentwicklung.

Fig. 11. Hinteres Ende desselben Schnittes. Randwulst.

Fig. 12. Querschnitt aus dem vordern Drittheil einer Keimscheibe von Scyllium can., von 3 mm Durchm. Zuschärfung des Randes, lockere untere Keimschicht, wie bei Fig. 1, 2 und 4 des Hühnerkeimes.

Fig. 13. Querschnitt derselben Keimscheibe im hintern Drittheil, Bereich der Embryonalanlage. Hier biegt das dicke Ectoderm unmittelbar um in das compacte Endoderm, über welchen die intermediären Zellen als unregelmässig abgegränzter Haufen sich erheben.

Fig. 14 a. u. b. Querschnitt durch die Embryoanlage von Scyll. can. Keimscheibe von 4 mm Durchm. a. centraler, b. seitlicher Theil des Schnittes; an letzterem zeigt der Rand die Umbiegung des Ectoderms in das Endoderm, und die Auflagerung intermediärer (mesodermatischer) Zellen. Letztere verlieren sich in einiger Entfernung vom Rande, und von da ab ist die Keimscheibe auf grösserer Ausdehnung nur zweiblätterig. Der Randtheil, Fig. 14*b*, entspricht als Anlage einer der Hälften des Mitteltheils 14*a*, der untere Theil seines Umbiegungssaumes der Anlage der Chorda (vergl. *Zeitschr. f. Anat. u. Entw.* II. p. 121).

Tafel VI.

Fig. I a—g. Hühnerkeim I. Stadium, 3·9 mm Durchm. Schnitte durch das Axengebiet. Die Mittellinie ist durch eine punktirte Linie angedeutet.

Fig. II a—g. Hühnerkeim II. Stadium 5·7 mm, Mittellinie gleichfalls durch eine punktirte Senkrechte angegeben.

Bei beiden Schnittreihen entsprechen die gleichen Buchstaben den correspondirenden Regionen.

a präembryonal. *b* präcentral vorn. *c* präcentral nahe der Mitte. *d* retrocentral mittleres Viertheil, *e* retrocentral hinteres Viertheil des Areakreises. *f* Reihe I vorderer Rand des Retroarealgebietes. *f'* u. *f''* Reihe II Zuwachsstück, in der Lage I*f* entsprechend. *g* retroareal, und zwar fällt II*g* noch in das Embryonalgebiet nahe hinter das Zuwachsstück.

Untersuchungen über die menschliche Placenta.

Von

Theodor Langhans,
Professor der patholog. Anatomie in Bern.

(Hierzu Tafel VII u. VIII.)

I. Die Gewebe der Placenta.

1. Stroma des Chorions.

Unsre Kenntnisse von dem Stroma des Chorions sind zur Zeit in Kurzem folgende:

Dasselbe besteht nach Kölliker's neuester Darstellung[1] am Chorion laeve und frondosum in gleicher Weise aus Bindesubstanz mit stern- und spindelförmigen Zellen, welche mit dem Vorrücken der Schwangerschaft fibrillären Bau annimmt und so am Ende derselben zu fasrigem Bindegewebe geworden ist. In der frühesten Periode bis in den 2. Monat ist es an seinem ganzen Umkreise gefässhaltig; dann aber schwinden die Gefässe nach und nach im Chorion laeve; ob auch im Chorium frondosum — von den Zotten natürlich abgesehen — ist nicht ausdrücklich angegeben; jedoch existirt am reifen Chorion ein eigentliches Capillarnetz an dieser Stelle nicht mehr.

Indess ist auch in der frühesten Periode, jedenfalls von der 5. bis 6. Woche an, der Bau des Chorions nicht so einfach, als es hiernach erscheint. Es zerfällt nämlich dasselbe in 2 Lagen, eine tiefere, der Eihöhle zugewandte, weitaus seine grösste Masse darstellend, mit fibrillärer Intercellularsubstanz, und eine dünne obere Schicht, der Uterinwand zugekehrt, durch die Ausbreitung des Gefässcapillarnetzes charakterisirt.

---

[1] *Entwicklungsgeschichte.* 2. Aufl. 322, 333, 366 u. s. w.

a. Die fibrilläre Schicht. Ich schildere dieselbe nur kurz; denn sie liegt den bisherigen Beschreibungen zu Grunde, und genauer auf die Discussionen über das fibrilläre Bindegewebe, Zellen, Saftkanälchen etc. einzugehen, würde mich von meinem eigentlichen Ziel, der Entwicklung der Placenta zu weit abführen. Die sehr zarten, blassen, wellenförmigen Fibrillen sind schon in der 2. Hälfte des 2. Monats meist in schöner Weise ausgebildet; vorher erscheint das Gewebe mehr feinkörnig, indess lässt die feinzackige Beschaffenheit von Rissflächen ebenfalls auf einen eigentlichen fibrillären Bau schliessen. Die Fibrillen sind geschichtet; in derselben Schicht laufen sie einander parallel, in den verschiedenen übereinander liegenden kreuzen sie sich. Die Anordnung des Gewebes ist also eine lamellöse, und es lassen sich die einzelnen Lamellen leicht von einander isoliren. So erhält diese Schicht grosse Aehnlichkeit mit der Hornhaut. Auch die Zellen ähneln den Hornhautkörpern oder noch mehr den Zellen der verdickten Arterienintima. Sie liegen zwischen den Lamellen und sind dem entsprechend abgeplattet. Im reifen Chorion haben sie meist die Sternform, aber nicht mit zahlreichen sich reichlich verästelnden Ausläufern, sondern letztere sind sparsamer, meist sind nur 3 bis 4 vorhanden, welche, ohne sich zu verästeln, bis zur nächsten Zelle verlaufen. Das Protoplasma der Zellen ist feinkörnig, im reifen Chorion blass, fast wasserklar, nur einige Fettkörnchen enthaltend; die Ausläufer erscheinen in früheren Stadien fein längsgestreift, wie aus Fibrillen zusammengesetzt. Daneben finden sich Spindelzellen, die in jüngeren Chorien sogar an Zahl vorwiegen, mit einem oft bauchig erweiterten, etwas unregelmässig gestalteten, feinkörnigen Zellkörper, oft von grosser Länge und glatten Muskelfasern sehr ähnlich. Auch runde Zellen finden sich vor, namentlich ebenfalls in jüngeren Stadien reichlich, in allen Schichten gleichmässig zerstreut; sie haben den doppelten, drei- bis vierfachen Durchmesser der Lymphkörper, sehr viel relativ dunkelkörniges Protoplasma, während der Kern nicht grösser wie der eines Lymphkörpers ist.

Mit dem Alter des Chorions nimmt Grösse und Zahl der Zellen ab; ihre Abstände werden grösser; die Ausläufer, früher breit, werden später fast linienförmig.

Nach der Gallertschicht hin liegt vielfach eine fast continuirliche Lage von Zellen.

b. Die Gefässschicht. Dass das Chorion in der frühesten Periode, etwa bis in die Mitte oder die 2. Hälfte des 2. Monats in seinem ganzen Umfang gefässhaltig ist, ist durch Beobachtungen von Coste und Kölliker nachgewiesen. Diese Gefässe verschwinden an dem an-

gegebenen Termin am Chorion laeve ganz, an dem Ch. frond. dagegen erhalten sie sich länger, und noch in den spätesten Perioden findet man sparsame Aeste, die Vasa nutrientia und aberrantia von Hyrtl. Die frühesten Stadien habe ich selbst mehrfach untersuchen können, bei Eiern aus der 5—7. Woche.

Wenn ich hier von einer besondern Gefässschicht rede, so meine ich damit eine Schicht mit einer Ausbreitung von Capillarnetzen; denn die grösseren Gefässstämme liegen in der tieferen fibrillären Lage, die Capillaren dagegen ausschliesslich direct an der Oberfläche in einer etwa 0·01 ^{m} dicken Schichte. Je dicker das Chorion, um so auffallender tritt diese Thatsache hervor. Und wir haben um so mehr Grund zu dieser Abtrennung der oberen Lage, da eine mechanische Trennung derselben sehr leicht oft schon bei dem Anfertigen von Dickenschnitten erfolgt, und auch im Uebrigen ihr Gewebe sich von dem der tieferen Lage unterscheidet.

In grösserer Ausdehnung lassen sich Stücke dieser Membran leicht isoliren, wenn man nach sorgfältiger Entfernung des Epithels unter dem einfachen Mikroskop namentlich nach vorhergegangener Imbibition mit Carmin die Oberfläche eines flach ausgebreiteten Stückes des Chorions mit Messer oder Nadel abstreift. Je jünger das Ei, um so schwieriger ist allerdings diese Operation, um so kleiner die abgelösten Fetzen, aber nicht etwa weil beide Lager fester verbunden wären, sondern wegen der Weichheit derselben und der Dünne, namentlich der unteren, so dass die letztere sehr leicht einreisst und nur schwer zu fixiren ist. Leichter gelingt es im 3. Monat, Stücke der oberen Lage in der Ausdehnung selbst eines Quadratcentimeters zu isoliren, während im 4., wo die Gefässe zum Theil schon obliterirt sind, beide Lagen sich fest vereinigt haben. Auch der verschiedene Bau der Grundsubstanz beider Lagen tritt in dem 3. Monate deutlicher hervor, als in dem 2. Die untere Lage hat dann schon ganz die Zusammensetzung des reifen Chorions, eine fibrilläre Grundsubstanz mit Stern- und vorzugsweise sehr langen Spindelzellen; in der oberen dagegen ist die Grundsubstanz blass, feinkörnig, fast homogen, structurlos, und enthält nur runde Zellen von dem gleichen oder grösseren bis dreifachen Durchmesser der weissen Blutkörper, die regelmässig etwas kleiner sind, als die in der fibrillären Schicht zerstreut liegenden. Sie haben viel Protoplasma, das nicht so scharf nach aussen abgegrenzt ist, wie in der fibrillären Schicht, einen grossen Kern und liegen zerstreut, isolirt oder in Gruppen von 2 bis 3 neben einander. Darüber, also direct unter dem Epithel findet sich eine feine glänzende Basalmembran, auch an flächenhaft ausgebreiteten Stücken leicht an ihren Falten zu erkennen, welche schmale doppelte conturirte

elastische Fasern vortäuschen. Mechanische Isolation derselben ist mir jedoch hier nicht so leicht gelungen, wie an den Zotten.

Was nun den Charakter des Capillarnetzes (Fig. 1) anlangt, so ist derselbe je nach dem Alter des Eies verschieden. In allen Stadien, die ich untersuchte, von der 5., 6. Woche an bis in den 4. Monat finden sich immer mehr ausgesprochene Zeichen einer Umwandlung, die schliesslich mit einem völligen Schwunde des Lumens endet. Dass von dem genannten ersten Moment an keine neuen gebildet werden, ergiebt sich aus der immer zunehmenden Weite der Maschen; in der 5. oder 6. Woche sind sie am Chorion frond. von einem mittleren Durchmesser von etwa $0 \cdot 05^{m}$ mit Schwankungen, deren obere Grenze bei $0 \cdot 1^{m}$ liegt, in der 7—8. Woche sind diese Maasse schon auf $0 \cdot 08$—$0 \cdot 2^{m}$ gestiegen, in dem 4. Monat beträgt der Durchmesser der kleinsten Menschen $0 \cdot 2^{m}$, der der grösseren das doppelte und dreifache. Am frühesten obliteriren die Gefässe an dem Chorion laeve; hier sind die Maschen schon in der 6. Woche erheblich weiter, als am Chor. frond., ja an einzelnen Stellen von grösserer Ausdehnung fehlen sie ganz; in der 7—8. Woche sind sie schon verschwunden; dagegen lassen sie sich am Chor. frondosum noch viel länger nachweisen, als man bisher annahm; noch bis in den 4. Monat, bis zur Entstehung der „Winkler'schen Schlussplatte", der Decidua subchorialis von Kölliker sind sie noch leicht zu erkennen. In den frühesten Stadien ist ihre Zusammensetzung die normale; ihre Weite bedeutend, so dass 2—4 Blutkörper nebeneinander Platz haben. Später jedoch sieht man allmählich die Obliteration zu Stande kommen einfach durch Verdickung der Wand, d. h. der Endothelien; es schwellen die letzteren zu dicken feinkörnigen Elementen an, welche mit dem breiteren kernhaltigen Theil stark in das Lumen vorspringen und letzteres zu einer schmalen, hellen, wegen der abwechselnden Stellung der Kerne wellenförmig verlaufenden Linie einengen. Diese Linie schwindet später ebenfalls. Dann sind an Stelle der Gefässe Stränge von spindelförmigen oder auch kleineren polyedrischen Zellen getreten, welche durch ihre netzartige Anordnung ihre frühere Bedeutung erkennen lassen. Ich komme bei Schilderung des Baus der Placenta in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft auf die weiteren Schicksale der Zellstränge zurück.

Während und bevor diese Umwandlung der Capillaren selbst erfolgt, nimmt auch das Gewebe der Gefässschicht in der Mitte der Maschen einen andern Charakter an; es geht in fibrilläres Bindegewebe mit Spindelzellen über, welches dem der tieferen Lagen völlig ähnlich ist. Das Charakteristische der Gefässschicht erhält sich nur in der nächsten Umgebung der Gefässe, welche als zellreiche Adventitia die letztere be-

gleitet; sie springt etwas über das Niveau des fibrillären Chorions vor (s. Fig. 1 *B*).

So lange die Gefässschicht existirt, wird man ihr einen Antheil an dem Wachsthum und namentlich an dem Dickenwachsthum des Chorions zuschreiben dürfen; sie wandelt sich zuletzt selbst zum Theil in die fibrilläre Schicht um; es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch vorher an ihrer unteren Fläche neue Lagen fibrillären Gewebes gebildet werden. Die grössere Dicke des Chorion frondosum liesse sich auf die längere Persistenz der Gefässschicht zurückführen. Indess erfolgt dies Dickenwachsthum zum Theil auch durch Auflagerung auf die untere Fläche von der Gallertschicht aus, wie sich aus der Betrachtung der letzteren ergeben wird. Von besonderer Bedeutung ist aber das Vorhandensein der beiden Schichten des Chorions für die Entwicklung desselben bei dem Menschen.

Bei dem geringen Beobachtungsmaterial, welches über die menschlichen Eihäute der ersten 4 Wochen vorliegt, sind wir gezwungen, die erste Entwicklung derselben, namentlich ihre Beziehung zu den Keimblättern theoretisch zu construiren. Die bisherige Auffassung, dass das Chorion, d. h. das bindegewebige Stroma desselben ganz von der Allantois gebildet ist, wird durch den Nachweis der oberflächlichen Gefässschicht ganz entschieden bestätigt. Es wird allgemein angenommen, dass die seröse Hülle nur das Epithel des Chorions bilde; allein es ist doch noch eine offene Frage, ob nicht an derselben eine Schicht vorhanden sei, welche der Hautplatte des Amnions entspricht. Nach Kölliker (S. 369) hat die seröse Hülle des Hühnchens und der Säugethiere in der Nähe der Amnionnaht 2 Lagen, von denen die tiefere vom mittleren Keimblatte geliefert wird und eine Fortsetzung der Hautplatte ist; er giebt daher die Möglichkeit zu, dass an dem Bindegewebe des Chorions abgesehen von seiner unbezweifelten Abstammung von der Allantois auch noch die tiefere Lage der serösen Hülle sich betheiligen könne. In diesem Falle müssten sich die Nabelgefässe durch die letztere hindurchbilden. Diese Annahme hat entschieden etwas Gezwungenes, um so mehr jetzt, da wir wissen, dass in dem ganzen Umfang des Chorions die Gefässe direct an der Oberfläche liegen, dass darüber nur eine Basalmembran und das Epithel hinweggehen. Wo ist nun die Schicht, die der tieferen Lage der serösen Hülle entspräche? Man wird sie doch am natürlichsten über den Gefässen der Allantois suchen, und hier findet sich, wie gesagt, nur Basalmembran und Epithel. Nach Allem, was wir über die Basalmembran wissen, können wir diese zu dem unterliegenden Chorion rechnen, und so bleibt das Epithel als das einzige Gewebe, welches auf die seröse Hülle zurückgeführt werden kann.

2. Gallertschicht.

Ueber die Bedeutung der Gallertschicht, namentlich über ihre Abstammung besitzen wir zur Zeit nur Hypothesen und darunter keine, welche sich allgemeiner Anerkennung erfreut. Robin sieht sie in einer mir nicht zugänglichen Arbeit aus dem Jahre 1861 als Abkömmling des Allantoisbindegewebes an, als analog der Wharton'schen Sulze, und auch Kölliker (S. 322) neigt sich zu dieser Ansicht; es würde darnach dieselbe mit dem Chorion gleiche Abstammung haben. Die folgenden Mittheilungen sollen diesem zur Bestätigung dienen. In frühen Stadien findet man nämlich im Schleimgewebe ganz die gleichen Elemente, wie in der grossen Masse des Nabelstrangs. Dieselben sind eigenthümlicher Art und erscheinen für die Lehre von der Entstehung der Intercellularsubstanz und besonders der Fibrillen des Bindegewebes nicht ohne Bedeutung. Daher schliesse ich meine Beobachtungen hierüber an, obgleich sie noch manche Lücken haben.

In der 6. Woche ist das Amnion noch nicht fest mit dem weichen Gewebe des Nabelstrangs verwachsen, sondern lässt sich als eine continuirliche äussere Schicht abziehen, welche von geringer Dicke ist und aus fibrillärem Bindegewebe besteht. Die Fibrillen sind sehr fein und gleichen völlig den Fibrillen des reifen Bindegewebes. Neben ihnen finden sich Zellen mit körnigem Protoplasma, von runder, eckiger, sternförmiger Gestalt, letztere mit feinen zusammenhängenden Ausläufern.

Das eigentliche Gewebe des Nebelstrangs, welches nach Abziehen des Amnion zurückbleibt, hat nun höchst eigenthümliche Elemente (Fig. 2 *b*). Zwischen den zahlreichen sehr dicht gestellten, runden oder eckigen kleinen Zellen, mit 1, oder auch 2—3 Kernen, die am meisten den Lymphkörpern gleichen, finden sich Fasern von sonderbar körnigem Aussehen. Sie sind blass, von geradem oder leicht gebogenem Verlauf, sparsam verästelt, im Ganzen sehr fein, nur wenige sind überall von gleicher Breite, dann wechseln jedoch dunklere und hellere Stellen von gleicher Längenausdehnung ab, die dunkleren scheinen manchmal etwas breiter zu sein, als die helleren; es ist ein Bild, welches sehr an die isolirten Fibrillen von quergestreiften Muskelbündeln erinnert; die meisten dagegen sind von ungleicher Breite; ihre äussere Begrenzungslinie erscheint zackig durch Anlagerung feiner Körnchen, die verschiedene Dimensionen haben. An den feinsten der letzteren lässt sich keine bestimmte Form mehr erkennen; die grösseren dagegen von 0·0015 ^{m} Durchmesser und mehr sind rundlich und mit zahlreichen feinen und kurzen Zacken besetzt, so dass sie sehr an die bekannte Stechapfelform der rothen Blutkörper erinnern; sie sitzen den Fasern seitlich an.

letztere zieht an den Körnchen vorüber; liegt sie unter denselben, so wird sie von ihnen seitlich überragt, da ihre Breite nur ein Viertel des obigen Maasses der Körnchen beträgt. Die Körnchen liegen vielfach fast bis zur Berührung dicht nebeneinander, sind dann breiter als lang (im Sinne der Dimensionen der Fibrillen), oder liegen in Abständen von der Grösse des Einfachen, Doppelten bis Dreifachen ihres eigenen Durchmessers. Ihre Substanz gleicht dem Protoplasma der zahlreichen kleinen Zellen, ist bei Carminimbibition blassroth, während die Substanz der Faser nicht gefärbt ist.

Die gleichen sonderbaren Bildungen finden sich auch in der Gallertschicht (Fig. 2 *a*). Dass letztere nicht structurlos ist, erkennt man sofort daran, dass dieselbe in gewissen Richtungen leichter spaltbar ist wie in andern; namentlich zerlegt sie sich leicht in einzelne dünne Lamellen. Indess enthält sie nicht überall Fibrillen. An manchen Stellen besteht sie ausschliesslich aus Zellen und einer körnigen Grundsubstanz. Die Zellen sind etwas grösser wie in der Nabelschnur, nach allen Richtungen gleichmässig entwickelt, rundlich oder etwas eckig, der Kern klein, rund, das Protoplasma spärlich, oft nur an den Enden des etwas länglichen Kerns. Die Körnchen der Grundsubstanz sind von verschiedenem Aussehen; neben den kleineren, die selbst wieder Conglomerate darzustellen scheinen, finden sich grössere, bis 0·003 m Durchmesser, welche von blassem hyalinem Aussehen ganz an die bekannten hyalinen Eiweisstropfen erinnern; viele von ihnen sind rein kuglig, andere haben wieder die oben erwähnte Stechapfelform, und letztere liegen hie und da an ganz vereinzelten gradlinigen Fasern in ähnlicher Weise an, wie in der Nabelschnur selbst.

An andern Stellen finden sich auch Fibrillen, die allerdings vielfach durch die feinkörnige Masse verdeckt werden, dagegen am Rande der Stückchen deutlich hervortreten. Sie sind entweder vereinzelt oder liegen in Bündeln zusammen. Die ersteren sind gradlinig oder scharf rechtwinklig gebogen; ihnen liegen ebenfalls Körnchen an, welche zu den feineren gehören und einfach rundlich erscheinen, ohne Zacken; grössere Körnchen von Stechapfelform fehlen hier. Ihr Verhalten zu den Fasern ist das gleiche wie oben beschrieben. Manche Fasern haben keinen Körnchenbesatz, sondern zeigen die oben erwähnte feine Querstreifung. Neben diesen Fasern, die sich verästeln und netzartig durchflechten, kommen noch Fibrillenbündel in geringer Anzahl vor, die den Bündeln des reifen Bindegewebes durch Feinheit der Fasern und wellenförmigem Verlauf gleichen, und ferner andere, deren Fasern den obigen näher stehen, insofern sie gradlinig verlaufen und fein punktirt sind; ja die Punkte scheinen hie und da kleinste seitlich vorragende Körnchen

vorzustellen. Die Zellen sind grösser und vielgestaltiger, wie in jenen Partien mit nur körniger Grundsubstanz. Neben den protoplasmareichen dicken, runden und eckigen Zellen finden sich solche von Spindelform; sie sind dick, nur sehr wenig abgeplattet und haben einen ziemlich breiten Zellkörper, dessen umgebogene Enden in lange, mit Körnchen besetzte Fibrillen übergehen; der Kern ist gross, oval. Ferner finden sich platte, endothelienartige Zellen von wechselnder Form, rund, eckig oder mit kurzen unregelmässigen zacken- und zipfelartigen Fortsätzen versehen; ihr Kern ist klein, rund, das Protoplasma nicht homogen, sondern deutlich körnig, aber viel blasser wie an den dickeren und spindelförmigen Elementen.

Hat man das gallertartige Gewebe, welches in grösster Menge in der Nähe der Nabelstranginsertion sich findet, entfernt, so bleiben auf Chorion und Amnion Schichten von ähnlichem Bau zurück. Jedoch wiegen in denselben die Fasern vor, die Zellen werden sparsamer und die feinkörnige Grundsubstanz schwindet nach den genannten Membranen hin vollständig. Nach der Gallertschicht hin findet sich vielfach, wenigstens am Chorion eine Lage von gebogenen Fasern, welche noch körnig sind, aber durch ihren starken Glanz und ihre dunklen Conturen sich von den früher beschriebenen unterscheiden; in letzteren Eigenschaften gleichen sie den elastischen Fasern (Fig. 2 *c*). Die Körnchen, welche ihnen aufliegen, sind sehr fein und dicht gestellt, um so feiner, ja feiner die Faser ist; die feinsten Fasern haben ganz glatte Conturen. Darunter kommt dann das eigentliche Chorion- oder Amniongewebe mit feinen, in Bündeln angeordneten Fibrillen, die netzartig zusammenhängen, die Maschen des Netzes werden von isolirten Fibrillen durchsetzt. Selbst viele dieser Fibrillen sind noch in den obersten Schichten mit feinsten Körnchen besetzt, die seitlich vorragen, oder sie sind fein quergestreift durch Abwechseln von hellen und dunklen Stellen. Die Zellen sind überall sparsam, gross, reich an Protoplasma, spindelförmig oder rund.

Die obigen Mittheilungen dürften zunächst die Robin'sche Ansicht, dass das Schleimgewebe von der Allantois abstamme, bestätigen. Denn die Elemente, aus welchen das Schleimgewebe in dieser frühen Periode zusammengesetzt ist, finden sich in ähnlicher Weise auch im Nabelstrang wieder. Die ganze Masse des letzteren, abgesehen von dem leicht ablösbaren Amnion, besteht in seiner placentaren Hälfte — (ich habe nur die grössere nach der Placenta hin liegende Hälfte desselben untersucht; die kleinere am Embryo gebliebene wurde geschont, so dass ich über den Zusammenhang dieses Gewebes mit den Geweben des Fötus nichts mittheilen kann) — aus kleinen Lymphkörper ähnlichen Zellen und zahlreichen Fasern, welche mit feinen eigenthümlich zackigen Körnchen

(den oben genannten Stechäpfeln) besetzt sind. Die Gallertschicht hat etwas grössere Zellen und eine feinkörnige Grundsubstanz mit ganz denselben zackigen Körperchen, freiliegend, doch auch an sparsamen Fasern angeheftet. Offenbar haben wir hier ein und dasselbe Gewebe in verschiedenen Stadien der Ausbildung vor uns, und da das Grundgewebe des Nabelstrangs von der Allantois herrührt, so dürfen wir das Gleiche auch für die Gallertschicht behaupten. Sie kann nicht mehr als der eingedickte Rest der eiweisshaltigen Flüssigkeit angesehen werden, deren Anwesenheit zwischen Amnion und Chorion in den frühesten Stadien vermuthet wird.

Dadurch erhält die Gallertschicht eine viel höhere Bedeutung; zunächst liegt es nach Feststellung dieser Ansicht sehr nahe, sie zu dem Chorion in engste Beziehung zu bringen, da dessen bindegewebige Schicht ebenfalls allgemein als Abkömmling des Allantoisgewebes angesehen wird. Ich will nicht die Frage besprechen, auf welche Weise das Chorion nach dem Zugrundegehen seiner eignen Gefässe ernährt wird und wächst auch in den Theilen, welche entfernt von der Placenta sind; nur darauf will ich hinweisen, dass nach dieser Richtung hin und namentlich für das Dickenwachsthum des Chorions die Gallertschicht nicht zu unterschätzen sein dürfte. Ihr Verhalten zum Chorion, die ähnliche mikroskopische Zusammensetzung von dessen benachbarten Schichten, das Vorhandensein der gleichen körnigen Fasern in diesen, das allmähliche Schwinden und Fehlen derselben, je mehr man von der Gallertschicht sich entfernt, alles dies macht es höchst wahrscheinlich, dass die tieferen Lagen des Chorions aus den letzteren entstehen, dass die Gallertschicht durch allmähliche Verdichtung zu fibrillärem Gewebe sich umwandelt. Ja vielleicht besteht in den frühesten Stadien das ganze Chorion aus dem gleichen Gewebe; wenigstens habe ich an einem 4wöchentlichen, etwas stark zerfetzten, sonst gut erhaltenen Ei ganz das gleiche Gewebe auch in der Mitte der Zotten gefunden, von ganz dem gleichen maschigen Bau, wie in den tieferen Lagen des Chorions. Indess scheint auch das Gleiche hinsichtlich des Amnions zu gelten. Volle Sicherheit darüber kann erst ein gründliches Studium der Gallertschicht in allen Perioden der Schwangerschaft geben.

Für die Histologie und namentlich Genese des Bindegewebes und seiner Elemente sind die obigen Beobachtungen ebenfalls von Interesse, besonders für die Entstehung der Fibrillen der Intercellularsubstanz. Es geht ja schon aus der obigen Schilderung hervor, dass wir hier ein und dasselbe Gewebe in verschiedenen Stadien der Ausbildung haben: Zellen und Fasern in einer feinkörnigen Grundsubstanz; letztere tritt bei reichlicher Ausbildung der Fasern zurück, findet sich

an andern Stellen allein, wo die Fasern fehlen. Die Zellen selbst variiren in Form und Grösse; zeigen jedoch zu den Fasern keine bestimmte Beziehung; nur selten sieht man den Ausläufer einer Zelle in eine Faser sich fortsetzen, worauf ich jedoch kein besondres Gewicht legen möchte; bei der Feinheit der fraglichen Elemente ist es schwer, eine einfache Anlagerung von einem Uebergehen zu unterscheiden. Die Fasern entstehen offenbar aus der feinkörnigen Grundsubstanz; die eigenthümliche Anordnung der Körnchen, sowie die feine Querstreifung oder Bänderung der feinsten Fibrillen sprechen für eine directe Betheiligung der Körnchen, namentlich der sonderbaren stachligen Kugeln an der Bilduug der Fibrillen; in welcher Weise dies vor sich geht, lässt sich im Einzelnen nicht schildern; nur das möchte ich hervorheben, dass die ausgebildete Fibrille viel feiner ist, als die in der Bildung begriffene; es findet offenbar im Laufe der Ausbildung eine Verdichtung der Substanz statt. Vielleicht ist nun die feinkörnige Grundsubstanz selbst ein Product der Zellen, wenigstens erinnern die grösseren hyalinen Kugeln sehr an die Eiweisstropfen, die man öfters aus Zellen austreten sieht, und es würden dann die Fibrillen auch aus Zellprotoplasma, wenn auch indirect, hervorgehen; eine unmittelbare Betheiligung der Zellen an diesem Process lässt sich nicht erkennen.

Soviel über diese noch vereinzelte Beobachtung, welcher ich bei der Seltenheit des Materials keine breitere Grundlage geben kann. Bei Eiern aus der 7. und 8. Woche, von denen mir mehrere zu Gebote standen, habe ich nie etwas von diesen Bildern gesehen.

Nur einen Einwand möchte ich noch zurückweisen, dass es sich nämlich hier um Gerinnungsproducte handle, dass namentlich manche der sonderbaren Körnchen erst durch den Einfluss der erhärtenden Reagentien erzeugt oder verändert worden seien. Das eine Ei, an welchem ich diese Verhältnisse studirte, hatte nur in chromsaurem Kali gelegen, das andre allerdings längere Zeit in Spiritus; von jenem Mittel wenigstens ist mir eine solche Art der Einwirkung auf schleimige Massen nicht bekannt.

3. Stroma der Chorionzotten.

Wie an dem Chorion lassen sich auch an dem Zottenstroma in den frühern Stadien 2 Schichten unterscheiden, welche durch Beschaffenheit der Grundsubstanz und Form der Zellen sich charakterisiren, eine Schicht mit fibrillärer und eine andre mit feinkörniger Grundsubstanz. Das fibrilläre Gewebe setzt in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft die Zotten ausschliesslich zusammen und findet sich in der ersten

Hälfte in dem centralen Theil derselben. Seine Fibrillen sind gradlinig, biegen sich jedoch im isolirten Zustande sofort wellenförmig; an den Rissenden stehen sie oft in Form von schmalen Bündeln vor, als ob das Gewebe aus langen, fibrillär zerfallenen Spindelzellen bestände; beim Zerzupfen jedoch zerfällt es nicht in solche. Zwischen den Fibrillen findet sich eine feinkörnige Zwischensubstanz, in welcher die Kerne eingebettet sind: Mucin habe ich in keinem Entwicklungsstadium, das ich frisch untersuchen konnte, in dem normalen Zottenstroma gefunden; ich kann daher auch nicht der üblichen, Virchow zugeschriebenen Ansicht beitreten, nach welcher sich hier Schleimgewebe vorfinden soll. Die Kerne sind klein, rund, etwa von der Grösse des Kerns der Lymphkörper; so namentlich an den Enden der Zotten, oder grösser, länglich, oval und abgeplattet; sie erscheinen beim Zerzupfen selten völlig frei, sondern sind immer von ganz unregelmässig gestalteten Stücken jener feinkörnigen Masse umgeben; man wird daher letztere als Protoplasma betrachten dürfen, das keine scharfe Abgrenzung in einzelnen Zellen darbietet. In dies Protoplasma sind die Fibrillen eingebettet; sie sind selbst nur umgewandelte Theile desselben. Lamellöse Anordnung konnte ich weder an der feinkörnigen Zwischensubstanz noch an den Fibrillen erkennen.

Solchen Bau hat das Stroma in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft, mit Ausnahme einer schmalen peripheren Partie an den dickeren Stämmen, wo etwas unregelmässig gestaltete, runde, spindel- und sternförmige Zellen mit viel Protoplasma sich finden.

In der ersten Hälfte der Schwangerschaft ist der Bau ein etwas andrer und um so abweichender, je jünger das Ei ist. Der Hauptunterschied liegt darin, dass neben den Fibrillen und der feinkörnigen Grundsubstanz noch scharf abgegrenzte, grosse Zellen sich finden mit viel körnigem Protoplasma. Ihre Gestalt ist verschieden; rund, spindel- und sternförmig. Die Spindelzellen, die oft sehr lang sind und an glatte Muskelfasern erinnern, finden sich mit den Fibrillen vorzugsweise in den centralen Partien, in der nächsten Umgebung der Blutgefässe, als ein überall gleich breiter Strang, während die an Breite sehr wechselnden peripheren Schichten in der mehr feinkörnigen Grundsubstanz runde Zellen, Sternzellen u. s. w. enthalten. Die Zellen selbst sind sehr zahlreich, und namentlich in der peripheren Schicht, wo sie sich fast berühren. Endothelienartige Zellen konnte ich zu keiner Zeit auffinden: am meisten Aehnlichkeit haben mit ihnen noch die Spindelzellen, deren Protoplasma stark abgeplattet ist, so dass dasselbe bei der Kantenansicht in Form einer feinkörnigen Faser über die Mitte des nach beiden vorspringenden Kerns wegläuft.

Manchmal schien es, als ob das Stroma in Form von geschichteten Lamellen angeordnet sei; bei dem Zerzupfen lösten sich die innern Schichten mit völlig glatter Trennungsfläche von den äussern ab und liessen letztere regelmässig ausgehöhlt zurück; oder man sieht membranartige Fetzen am Rande vorstehen mit einer feinen gradlinigen Längsstreifung und ein- oder aufgelagerten Spindelzellen. Ich fand dies vorzugsweise bei jüngeren Eiern und wage nicht, dies als allgemeine Erscheinung hinzustellen, da es mir nicht gelang, an feinen Querschnitten der Zotten eine entsprechende Zeichnung aufzufinden.

Wie an dem Chorion findet sich auch an den Zotten eine Basalmembran, von höchstens 0·001, meist nur 0·0006^{m} Dicke, mechanisch in kurzen Stücken abzulösen, völlig structurlos und ohne Kerne.

Ich habe oben die mögliche Bedeutung der Gefässschicht für das Dickenwachsthum des Chorions hervorgehoben; klarer und unzweideutiger ist dieselbe für die Entstehung der Zotten; denn sie bildet ja in jener frühen Periode die oberflächlichste Schicht des Chorions in seiner ganzen Peripherie und bei jedem Einwachsen des Stromas in die hohlen Vorläufer der Zotten, die Fortsätze des Epithels, wird man zunächst die Gefässschicht ins Auge fassen müssen. In der That wird auch das Stroma der kürzesten Zotten nur durch sie gebildet; die Capillaren der Chorionoberfläche gehen in das Zottenstroma über. Aber sowie die Zotte länger wird, bildet sich zuerst ihr centraler, ziemlich rasch nachher auch ihr peripherer Theil in fibrilläres Gewebe um und tritt mit der gleichen Schicht des Chorions in Verbindung. So sieht man in Folge dessen an den Stammzotten die Gefässschicht des Chorions nur eine kurze Strecke auf die Basis derselben übergehen und mit zugeschärftem Rande endigen. An den Aesten der Zotten aber bleibt noch lange das oben geschilderte Verhalten, und schwindet nach den feineren Zotten und den Zottenenden hin ganz allmählich. Erst in der 15—20. Woche kommt hier die Ausbildung des reifen Zottenstromas zum Abschluss.

Und so lange diese Verschiedenheiten im Stroma existiren, so lange ist auch die Form der Zotten eine andre. Die schlanke Gestalt, die gleichmässige Dicke, überhaupt die Regelmässigkeit in der Form, welche die Zotten der reifen Placenta haben, erlangen sie erst in der Mitte der Schwangerschaft. Vorher ist ihre Dicke eine bedeutendere und zugleich sehr ungleichmässige; zahlreiche spindelförmige, kuglige, kolbige Verbreiterungen im Verlauf, besonders aber an den Theilungsstellen, sowie an den Enden der Zotten, verleihen denselben ein ganz unregelmässiges Aussehen (Fig. 3). Jeder, welcher Abortiveier der ersten Monate untersucht hat, kennt diese Unregelmässigkeiten; sie scheinen aber in der Regel für pathologisch gehalten zu sein. Ich finde sie schon bei

H. Müller[1] erwähnt, welcher sich nicht bestimmt über diese Frage ausspricht, indessen geneigt erscheint, sie für pathologisch zu halten. Ich muss sie auf Grund meiner Erfahrungen für normal halten.

Zunächst finde ich sie constant; an den jüngsten Eiern, die mir zu Gebote standen, aus der 5. und 5. Woche waren sie nicht so stark ausgesprochen, wie in der direct sich anschliessenden Periode. Von dem Ende des 3. Monats an beginnen sie zu schwinden, und von da bis zur 20. Woche erhält man in der That etwas schwankende Resultate; vielleicht bezieht sich auf solche die Angabe von H. Müller, dass er sie nicht bei allen Eiern aus gleicher Periode gefunden habe. Ich finde sie ferner unter den angegebenen Bedingungen in allen den Fällen, wo die normale Ausbildung des Embryo, sein gutes Aussehen keinen Zweifel an der normalen Function des Chorions und seiner Zotten aufkommen lassen konnte.

Unmöglich ist es, für diese eigenthümliche Unregelmässigkeit der Form eine scharfe Grenze anzugeben, jenseits deren das Pathologische anfängt. Jedenfalls ist diese Grenze sehr weit abzustecken, und selbst in den gleichen Stadien bei demselben Ei kann man sehr verschiedene Grade erkennen; ohne dass namentlich hinsichtlich der Function der Placenta irgend ein Grund vorläge, von krankhaftem Zustande zu reden. Entschieden pathologisch ist es aber, wenn sich diese Verhältnisse auch in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft vorfinden, wie dies z. B. bei den von Fränkel als syphilitisch beschriebenen Abortiveiern der Fall ist. Für die frühere Periode aber ist nach dieser Richtung grosse Vorsicht nothwendig; die Angabe, dass die Traubenmole grade in jüngeren Eiern sehr häufig sei, mag vielleicht zum Theil auf einer unrichtigen Würdigung des obigen Befundes beruhen.

Ueber die Gefässe der Zotten habe ich zu dem Bekannten nichts Neues hinzuzufügen; sie finden sich schon in den jüngsten Zotten und hängen mit den Capillaren der Gefässschicht zusammen. Sehr vielfach wird bei Abortiveiern angegeben, dass die Zotten keine Gefässe gehabt hätten, und grade dieser Umstand als Ursache des Abortes angesehen. Die Bedeutung einer solchen fehlerhaften Bildung liegt auf der Hand. Indessen möchte ich davor warnen, auf die Untersuchung von weder natürlich noch künstlich injicirten Präparaten hin zu leicht die Diagnose auf Gefässlosigkeit zu stellen. Ich muss wenigstens gestehen, dass ich mir unter solchen Bedingungen über das Vorhandensein von Capillaren kein sicheres Urtheil zutraue. Man hält sich daher am besten an die Zottenstämme, deren dickwandige Gefässe leichter zu erkennen sind.

---

[1] *Bau der Molen.* 1847. p. 43.

4. Chorion- und Zottenepithel.

Das Epithel, welches die äussere Fläche des Chorions und der Zotten überzieht, bildet, wie bekannt, eine gleichmässige Lage eines stark glänzenden, mehr homogenen oder fein- und dunkelkörnigen Protoplasmas mit eingelagerten Kernen, das zu keiner Zeit eine deutliche Abgrenzung in Zellen zeigt. Nur sehr selten, an jüngeren Eiern sieht man vereinzelt zwischen den Kernen Linien, welche Zellgrenzen vorstellen könnten, am häufigsten an dem Epithel des Chorions und der Stammzotten, wie auch Kölliker angiebt.[1] Auch Silberlösung bringt an den Zotten, wenigstens der reifen Placenta, nur eine gleichmässig braune Färbung hervor, ohne irgend welche Andeutung von Grenzlinien; Abortiveier der früheren Monate bekam ich leider nie in dem Zustande, welcher eine Einwirkung jenes Reagens gestattet.

Die Dicke des Epithels schwankt etwas; im Allgemeinen nimmt sie mit dem Alter des Eis ab. Abgesehen von manchen noch zu erwähnenden Unregelmässigkeiten beträgt sie in der früheren Zeit durchschnittlich 0·005—0·008 ^{m}; später wird sie bedeutend geringer, namentlich an den Zotten giebt es auch von Kölliker (S. 334) erwähnte rundliche Stellen, wo das Epithel nur eine ganz dünne, gerade als glänzender Saum noch erkennbare Platte bildet; es fehlen hier zugleich die Kerne, und da das unterliegende Stroma mit seinen sehr oberflächlich gelegenen Capillaren etwas vorspringt, so wird dadurch jedenfalls die Aufnahme der Nahrungsstoffe des Fötus aus den mütterlichen Säften sehr erleichtert. Es erinnert dies sehr an die Beziehungen des Epithels der Lungenalveolen zu den von ihm bedeckten Capillaren. Indess darf man, glaube ich, keinen zu grossen Werth darauf legen, da diese dünnen Stellen in den früheren Stadien nicht nur ganz fehlen, sondern sogar das Epithel, wie erwähnt, sehr dick ist.

Ich nannte oben das Protoplasma homogen oder feinkörnig. Diese Körnchen erweisen sich vielfach bei Anwendung von Immersionslinsen als kleine Vacuolen, die wohl nur in Folge des Absterbens in dem eigentlich homogenen Protoplasma entstanden sind; selten sind die Vacuolen sehr gross, dass sie schon mit Hartnack 7 erkannt werden können; noch seltner erreichen sie den Durchmesser des Kerns, vielleicht nur dann, wenn die Frucht einige Zeit vor dem Abortus selbst abgestorben war. An jüngeren Eiern, weniger an älteren, und selbst an

---

[1] Das Gewebe, welches Kölliker als Epithel des Chorion laeve schildert, scheint mir mit dem Chorionepithel nicht identisch zu sein. Siehe den entwicklungsgeschichtlichen Theil.

solchen, die sehr frisch zur Untersuchung kommen oder sofort in eine erhärtende Flüssigkeit, Spiritus oder chromsaures Kali eingelegt waren, ist in der Regel die ganze Oberfläche des Zottenepithels mit kleinen und grösseren hyalinen Kugeln bedeckt, völlig den bekannten beim Absterben der Zellen austretenden Eiweisstropfen entsprechend, die hier offenbar in gleicher Weise zu deuten sind. Man sieht sie auch noch vielfach durch feine Stiele in Verbindung mit dem Epithel oder das letztere erscheint — ein noch früheres Stadium — wie mit feinen, allerdings kurzen und verhältnissmässig breiten, ausserordentlich dicht stehenden Cilien besetzt, welche am freien Ende entweder spitz sind oder eine verschieden grosse kuglige Anschwellung haben. Diese verschiedenen Bilder stellen die einzelnen Stadien des Processes dar, dessen Ursache wohl in dem grösseren Saftreichthum des jüngeren Protoplasmas zu suchen ist.

Die Kerne sind rund oder etwas oval, von der Grösse des Kerns der farblosen Blutkörper, mit blass feinkörnigem Inhalt, der von dem äusseren Kerncontur oft durch einen schmalen hellen Saum getrennt ist, und mit einem stark glänzenden Kernkörper. Diese Kerne sind, wie auch Kölliker angiebt, in dem Protoplasma, wenn es eine gewisse Dicke besitzt, in der Art eingelagert, dass sie in der tieferen Schicht desselben liegen und noch etwas an seiner unteren Fläche hervorragen. Ueber den Kern zieht also eine kernfreie Lage des Protoplasmas hin, deren Dicke mit der Dicke des Epithels selbst etwas wechselt; manchmal bildet sie einen ganz schmalen Saum, vielfach hat sie gleiche, ja an manchen Stellen die doppelte Dicke der kernhaltigen Schicht. Ich kann sie ebensowenig wie Kölliker als eine selbständige, von dem Epithel getrennte structurlose Haut auffassen, wie dies neuerdings Jassinsky (*Virchow's Archiv*, 40, 341) thut. Eine Strichelung habe ich ebensowenig wie Kölliker an dem Epithel gesehen, obgleich ich veranlasst durch eine positive Beobachtung am Amnionepithel längere Zeit eifrig darnach gesucht habe.

Die Anordnung der Kerne ist verschieden nach Ort und Zeit der Entwickelung. An der placentaren Fläche des Chorions liegen die Kerne nur mässig dicht, nicht bis zur Berührung, sondern in gegenseitigen, etwas wechselnden Abständen, durchschnittlich etwa um die Hälfte oder ein Viertel, doch auch um das Doppelte und Dreifache ihres eigenen Durchmessers von einander entfernt, immer etwas unregelmässig zerstreut. Selten zeigen die Kerne hier eine Anordnung, wie man sie häufig an den Zotten sieht. Abgesehen von der schon oben erwähnten ungleichmässigen Vertheilung, so dass namentlich in den letzten Monaten kernfreie und meist dünne mit kernhaltigen dickeren Partieen des Epithels

abwechseln, kommt an den Zotten vom 4. Monate an — vorher ist das Verhalten dem des Chorionepithels gleich — regelmässig eine Anordnung der Kerne in Spindeln vor, welche quer über dieselbe herübergehen. Die Kerne liegen dabei sehr dicht, fast bis zur Berührung, so dass das Protoplasma auf schmale glänzende Leisten von etwas verschiedener Breite beschränkt ist. Die breiteren verlaufen quer über die Zotte herüber und verbinden sich untereinander unter sehr spitzem Winkel; 2 solcher Leisten begrenzen einen schmalen, quer gestellten, spindelförmigen Raum, der zahlreiche (bis zu 10) Kerne enthält, welche von einander durch kurze und sehr schmale, senkrecht auf jene verlaufenden Leisten von Protoplasma getrennt werden; die schmaleren Septa hängen natürlich mit den breiteren zusammen. Die Kerne selbst sind im Ganzen von gleichem Volum, so dass die an den sich verjüngenden Enden einer solchen Spindel liegenden mit ihrer Längsaxe quer zur Zotte verlaufen, die in der Mitte der Spindel meist quadratisch, doch auch manchmal länglich und mit ihrer Längsaxe der Zotte parallel gestellt sind. Die Bedeutung dieser Anordnung liegt wohl darin, dass sie auf ein Längenwachsthum des Epithelmantels der Zotten hindeuten. In der That ist das Wachsthum der feineren Zotten von der 20. Woche an vorzugsweise ein Längenwachsthum; und dies prägt sich deutlich in dem Epithel aus. Denn es leuchtet ein, dass man sich jene Spindeln am einfachsten erklärt durch eine Theilung der Kerne in der Weise, dass die aus einem Kern durch Bildung von Querscheidewänden hervorgegangene Generation eine spindelförmige Querreihe bildet; da nun dieser Process an jedem der schon von Anfang an dicht liegenden Kerne erfolgt, so müssen die so entstehenden Spindeln sich aneinander vorbeischieben und so sich gegenseitig in der Richtung der Längsaxe der Zotte etwas verschieben. Daraus erklärt es sich denn auch, dass an dem Chorionepithel, welches nach allen Richtungen gleichmässig wächst, eine solche Anordnung nicht oder nur an wenigen beschränkten Stellen vorkommt. Es wird aber ferner hierdurch bewiesen, dass das Zottenepithel durchaus nicht ausschliesslich an der Spitze, sondern gleichmässig in der ganzen Ausdehnung der Zotte wächst. An dem Stroma lässt sich ein so sichtbares Zeichen des Wachsthums nicht auffinden; dass aber auch hier das Gleiche hinsichtlich des Längenwachsthums stattfindet, geht aus der einfachen Ueberlegung hervor, dass die gröberen Zotten auch noch, nachdem sie an der Spitze mit der Serotina verwachsen sind, ebenfalls länger werden, ohne dass der verwachsene Theil selbst wächst. Das Längenwachsthum muss hier an dem freien Theil stattfinden.

Seit langem bekannt sind die Fortsätze des Epithels, welche ohne centralen bindegewebigen Strang nur aus Protoplasma mit Kernen be-

stehen und die Vorläufer der Zotten darstellen. Sie finden sich am Ende der Zotten, an ihren Seiten und an dem Chorion, in früheren Stadien ganz ausserordentlich reichlich, von der mannichfachsten Form und Grösse, einfach cylindrisch, keulenförmig, an den Enden stark anschwellend, mit schmalem Stiel; später werden sie sparsamer und sind in der reifen Placenta auf die feinen Zotten und namentlich deren Enden beschränkt. Ich habe früher[1] neben den bekannten, frei endigenden noch eine zweite Form gefunden, welche zwei Zottenspitzen untereinander verbindet. Letztere scheinen nur den spätesten Stadien anzugehören: in den früheren habe ich sie nie gesehen, obgleich sie hier bei der Lockerheit des Baus, bei der Leichtigkeit, mit welcher die Zotten auseinander fallen, sehr leicht nachzuweisen wären. Sie können daher für die Entwickelung der Placenta nicht die Bedeutung haben, welche Kölliker (S. 361) andeutet; sie sind erst secundär durch Verwachsung zweier epithelialer Fortsätze entstanden.

Zeigt sich in diesen Fortsätzen ein ausserordentlich rasches, dem Stroma vorauseilendes Wachsthum des Epithels, so offenbart sich dies auch noch in anderen Eigenthümlichkeiten desselben, in gewissen Unregelmässigkeiten, von denen ich nicht sagen kann, dass sie gerade constant, wenn auch sehr häufig sind. Meist enthält das Epithel nur eine Lage von Kernen, in den ersten Monaten aber finden sich vielfache Verdickungen mit mehreren Kernlagen über einander, die entweder ganz beschränkt sind und so als Vorstadien der Fortsätze aufgefasst werden können, bald auf grössern Strecken sich ausdehnen und namentlich quere Wülste bilden; in diesen finden sich 2—4 Lagen von Kernen übereinander, an welchen sich in der Richtung der Dicke ein ähnliches Verhalten zeigt, wie von der Fläche an den Spindeln. Die breiteren Leisten von Protoplasma, welche die letzteren von einander trennen, gehen durch die ganze Dicke des Epithels hindurch, und trennen so die Kerne in einzelne auf der Zotte senkrecht stehende Reihen; innerhalb der letzteren sind wieder nur schmale Leisten zwischen den Kernen; jede Reihe entspricht dem Flächenbild der Spindel.

Eine zweite Unregelmässigkeit ist etwas weniger häufig. Vielfach ist im 2. oder 3. Monat der Epithelmantel einer Zotte, obgleich auf allen Seiten völlig geschlossen, zu weit für das Stroma, und bildet viele sackartige Ausbuchtungen der verschiedensten Art, welche die Unregelmässigkeiten in der Form der Zotten noch bedeutend steigern. Es sind dieselben nicht etwa durch Schrumpfen des Stromas in Spiritus u. s. w. entstanden (denn sie finden sich auch frisch) und auch nicht durch

---

[1] *Archiv für Gynäkologie* I. p. 329.

Schrumpfen des Stromas in Folge frühzeitigen Absterbens der Frucht; wie die Beschaffenheit der letzteren zeigt. Ich kann sie nur für Folgen eines etwas unregelmässigen Wachsthums halten; erst später werden diese Ungleichheiten ausgeglichen. Damit will ich nicht leugnen, dass auch eine Abhebung des Epithelmantels von dem Stroma in Folge von Schrumpfen des letzteren vorkommt.

In den ersten Wochen überzieht das Epithel die ganze Oberfläche des Chorions und sämmtlicher Zotten. In dieser Ausdehnung erhält es sich jedoch nur etwa bis zur 6. Woche. Von da an, während der Verwachsung von Chorion laeve und Reflexa, beginnt es an der ganzen Fläche des Chorion laeve zu schwinden und ist daselbst im 4. und 5. Monat nur noch in Form von kleinen insulären Resten nachzuweisen. Sowie durch Verwachsung von Chorion laeve und Reflexa der Placentarraum zum völligen Abschluss gekommen ist, ist das Epithel von da an auf den letzteren beschränkt, schwindet aber im Verlauf der letzten 2 oder 3 Monate auch an der placentaren Fläche des Chorions und findet sich in der reifen Placenta nur an den Zotten, den Stämmen sowohl, wie den feineren Verästelungen.

Die wichtige Frage nach der genetischen Bedeutung des Epithels wird namentlich in Deutschland von der Mehrzahl der Forscher dahin beantwortet, dass dasselbe foetales Gewebe sei und der serösen Hülle entspreche. Ich kann mich dieser Ansicht nur anschliessen, obgleich eine gleich zu erwähnende Beobachtung sich nur etwas gezwungen in dieser Weise erklären lässt. Für die bisherige Anschauung ist vorzugsweise massgebend gewesen die enge Beziehung, in welcher das Epithel zu dem Stroma von Chorion und Zotten steht, die ganz an die Verhältnisse der Schleimhäute mit einfachem Epithel sich anschliessen. Ich kann noch die Thatsache hinzufügen, dass überall da, wo eine enge Verbindung zwischen mütterlichen und foetalen Eihäuten erfolgt, also zwischen Chorion laeve und Reflexa und an den in die Serotina sich inserirenden Zottenspitzen, dasselbe zu Grunde geht, eine Thatsache, die sowohl für die foetale, wie die epitheliale Natur spricht. Kölliker (S. 351) weist ferner mit vollem Rechte darauf hin, dass dasselbe existire, noch bevor Chorion und Chorionzotten mit dem Uterus verwachsen sind; er fand es schon bei dem bekannten Ei von Coste, dessen Alter auf 15 bis 18 Tage geschätzt wird. Er spricht dabei allerdings von epithelartigen Zellen von derselben Beschaffenheit, wie die des Epithels der späteren Chorionzotten (S. 309); es steht dies mit der obigen Schilderung etwas in Widerspruch. Indess hat Kölliker auch in den späteren Stadien öfters Zellgrenzen gesehen. Immerhin ist eine wiederholte Untersuchung

der frühesten Stadien auch von diesem Gesichtspunkte aus sehr wünschenswerth.

Doch wiederholen sich immer wieder die Versuche, das Chorionepithel als mütterliches Gewebe hinzustellen. So sieht noch neuerdings Turner[1] in demselben das Epithel des Uterus und seiner Drüsen. Durch den Hinweis auf die Graviditas abdominalis, bei welcher sich der gleiche Ueberzug des Chorions und der Zotten findet, dürfte diese Ansicht doch definitiv beseitigt sein. Zudem habe ich[2] bei Graviditas tubaria noch das Tuberepithel, allerdings verändert, nachweisen können; Braxton Hicks[3] hat es sogar noch unverändert aufgefunden.

Die letzteren Beobachtungen sprechen auf das Entschiedenste für die foetale Natur des Epithels, und ebenso entschieden auch gegen die Auffassung von Ercolani.[4] Letzterer schliesst sich der allgemeinen Annahme an, dass dass das Uterinepithel zu Grunde gehe; durch das wuchernde Bindegewebe der Uterinschleimhaut soll dagegen das Chorionepithel geliefert werden. Diesen Process verlegt er in die Zeit nach der Mitte des zweiten Monats; bis dahin erhalte sich das eigentliche Chorionepitel. Dem gegenüber sehe ich es als festgestellte Thatsache an, dass von der 5. Woche an bis zum Ende der Schwangerschaft das Zottenepithel ganz dasselbe bleibt und keine so tief greifende Veränderung an der Oberfläche der Zotten vor sich geht, wie dies Ercolani vermuthet.

Mag auch eine sehr strenge Kritik an den mitgetheilten Thatsachen noch Manches auszusetzen haben — mag sie z. B. die Deutungen von Braxton Hicks und mir hinsichtlich des Tuberepithels nicht als völlig bewiesen betrachten, immerhin wird man zugeben, dass die bisher erwähnten Thatsachen sich am leichtesten und ungezwungensten unter Zugrundelegung der Hypothese von der foetalen Natur des Chorionepithels erklären lassen. Mir ist nur ein Umstand bekannt, welcher Bedenken erweckt. In zwei Abortiveiern aus der sechsten Woche fand ich auf der ziemlich gut erhaltenen Serotina, d. h. auf ihrer freien, den intervillösen Räumen zugewandten Oberfläche eine fast continuirliche Lage von ganz dem gleichen Gewebe. Sie wechselte in ihre Dicke ganz ebenso, wie an dem Chorion, und trug die gleichen halbkugligen, breit aufsitzenden oder mehr schmal gestielten, kolben- und keulenförmige Fortsätze, wie dort, welche in die intervillösen Räume hineinragten. An

[1] *Journal of anatomy and physiology*, by Humphry, Turner etc. XI. p. 31. 1876. Oktober.

[2] *Archiv für Gynäkologie*. IX. p. 337.

[3] *Obstetricial Transactions*. XIV. p. 168.

[4] *Sull processo formativo della porzione glandolare o materna della placenta*. 1870. p. 47.

der Reflexa habe ich vergebens darnach gesucht. Ich wage nicht, diese noch vereinzelte Thatsache zur Aufstellung einer neuen Theorie zu verwenden; nach welcher Richtung hin dies möglich wäre, darauf komme ich bei Besprechung der Entwicklung der Placenta zurück. An dieser Stelle möchte ich nur darauf hinweisen, dass sie auch in den Rahmen der obigen Anschauung sich hineinpassen lässt. Bei der Entwicklung der Placenta werden wir die Thatsache kennen lernen, dass das Chorionepithel, wenn es an der Spitze der Zotten mit der Serotina in Berührung kommt, auf die letztere überwuchern kann, gleichsam als erstes Zeichen einer festeren Verbindung von mütterlichen und foetalen Eihäuten. Vielleicht dass dies Ueberwuchern in den früheren Stadien am stärksten erfolgt und jener epitheliale Ueberzug der Serotine in dieser Weise aufzufassen ist.

5. Serotina.

Gehen wir, nachdem wir nunmehr die Gewebe von foetalem Charakter kennen gelernt haben, zu den unzweifelhaft mütterlichen Bestandtheilen über. Als solcher ist allgemein nur die Serotina anerkannt, d. h. jene dünne Lage von grau durchscheinendem, weichem Gewebe, welche an der Trennungsfläche der reifen Placenta sich findet. Ich halte mich zunächst an diese; indem ich die Erörterung der Frage, wie weit sie sich nach dem Chorion hin erstreckt, für die Entwickelungsgeschichte verspare.

Was die Serotina der reifen, auf natürliche Weise ausgestossenen Placenta anlangt, so lässt sich vielfach, nach meinen Erfahrungen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle, von der Trennungsfläche ein Gewebe in feinen Lamellen abheben, welches vorzugsweise aus langen, platten Spindelzellen, ganz glatten Muskelfasern ähnlich, besteht. Die Zellen haben eine Länge von 0·1—0·2^{mm}, eine Breite von 0·014^{mm}, einen relativ kleinen Kern, dessen Länge und Breite nur etwa 0·014—0·008^{mm} betragen; sie unterscheiden sich also wohl von den länglichen Zellen, deren Kerne etwa $^2/_3$ bis $^3/_4$ der ganzen Zelle betragen, welche Winkler in der Nähe der Gefässlumina fand und die nach ihm den früheren Angaben von dem Vorhandensein glatter Muskelfasern in der Serotina zu Grunde liegen sollen. Obige Zellen haben ganz die Form und Grösse von glatten Muskelfasern, sie besitzen ferner die gleiche feine Längsstreifung, wie die Zellsubstanz der letzteren. Man kann nur zweifeln, ob diese Kennzeichen die glatten Muskelfasern hinreichend charakterisiren. Da dies nach dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse nicht der Fall ist, so ist ein bestimmter Ausspruch hierüber nicht möglich. Die Thatsache, dass sie in den tieferen Schichten der Serotina sich finden, in den

oberen nicht, dass auch normal die Muskelfasern zwischen den Drüsen in die Schleimhaut hinaufreichen, dürfte für ihre muskulöse Natur sprechen. Sie finden sich aber nicht immer. Es hängt dies eben von der Art und Weise ab, in welcher die Trennung der Serotina erfolgt. In meiner Arbeit über die Lösung der mütterlichen Eihäute[1] habe ich angenommen, dass dieselbe in der Schicht der Drüsenerweiterungen vor sich gehe. Dem gegenüber hat bekanntlich Friedländer,[2] auf ein grösseres Beobachtungsmaterial gestützt, seiner früheren Angabe entsprechend betont, dass am normalen Ende der Schwangerschaft die Trennung in der Regel innerhalb der Grosszellenschicht erfolge und ein Theil der letzteren zurückbleibe. Ich habe seitdem noch dreimal Gelegenheit gehabt, Uteri von während der Geburt Gestorbenen zu untersuchen und habe in diesen 3 Fällen an dem grössten Theil der Innenfläche des Uterus die Verhältnisse so gefunden, wie jener Forscher sie schildert. Hinsichtlich der Placentarfläche habe ich jedoch noch nicht die gleiche Ueberzeugung gewinnen können. Dieselbe war meist so mit Blut infiltrirt, dass mir hier eine Erkennung der Verhältnisse unmöglich war. Nur in einem Falle war die Placentarfläche frei von Blutgerinnsel, und hier zeigte sich nun ganz evident, dass die ganze Serotina bis zu den Drüsenerweiterungen sich losgelöst hatte. Die leicht grünliche, in schmale Windungen gelegte Membran, welche die ganze übrige Innenfläche auskleidete, brach an der Placentarstelle plötzlich ab, und hier trat nun das tiefer gelegene maschige, mehr röthliche Gewebe zu Tage. Die Trennung war also hier an Vera und Serotina in verschiedenem Niveau erfolgt; an letzterer war mehr mütterliches Gewebe abgegangen, als an ersterer. Das maschige Aussehen, welches die Trennungsfläche der ausgestossenen Placenta besonders an ihrem Rande in der Regel zeigt, lässt mich auch jetzt noch an der Vermuthung festhalten, dass die Serotina sich bei der Geburt in Regel vollständig löst.

Anders scheinen die Verhältnisse in den früheren Perioden der Schwangerschaft zu sein. Bei einer 30 wöchentlichen Placenta, die noch in Verbindung mit dem Uterus sich befand, erfolgte die künstliche Trennung überall, an Vera und Serotina, in der maschigen Schicht und an Abortiveiern ist das maschige Aussehen der Trennungsfläche der Vera und Serotina so ausgesprochen, dass ich an meiner früheren Auffassung vorläufig festhalten muss. Es würde darnach in den früheren Perioden mehr mütterlichen Gewebe mit abgehen, als am normalen Ende der Schwangerschaft, ein Verhalten, welches einigermassen sein Analogon

[1] *Archiv für Gynäkologie.* VIII. p. 287.
[2] *Archiv für Gynäkologie.* IX. Heft 1.

in der Angabe von Turner finden würde, dass bei manchen Thieren, z. B. der Katze, bei der künstlichen Trennung in den früheren Perioden mehr mütterliches Gewebe mit abgeht, als bei der natürlichen Lösung am Ende der Tragzeit.

Für die Frage von der Regeneration des Uterinepithels im Puerperium erschien bisher die Art, in welcher die Lösung der mütterlichen Eihäute stattfindet, von der grössten Bedeutung. Durch die erste Arbeit von Friedländer[1] wurde zum erstenmale nachgewiesen, dass ein Theil der Uterinschleimhaut mit den blinden Enden der Drüsen, letztere noch mit Epithel ausgekleidet, bei der Geburt zurückbleibe. Von diesen Epithelresten liess der genannte Forscher dann die neue epitheliale Decke ausgehen, eine Annahme, die von vornherein nach Feststellung jener fundamentalen Thatsache sehr wahrscheinlich erschien. Indess sind anders lautende Beobachtungen bekannt geworden, welche zeigen, dass diese Frage noch durchaus ihrer definitiven Lösung harrt. Kölliker[2] fand in einer 6 monatlichen, in situ untersuchten Placenta in den erweiterten Drüsenlumina keine Spur von Epithel, und de Sinety[3] kam an einen Uterus, dessen Besitzerin 22 Stunden nach der rechtzeitigen Niederkunft an einem eklamptischen Anfall gestorben war, zu demselben Resultat, er fand keine einzige Epithelzelle; das Gewebe war dagegen ebenso, wie die Drüsenlumina mit Lymphkörper infiltrirt; auf diese ist nach seiner Vermuthung die Bildung des neuen Epithels zurückzuführen. Ich muss ein gleiches negatives Resultat der Untersuchungen hinsichtlich einer Placenta anführen, welche in Verbindung mit dem Uterus durch den Kaiserschnitt entfernt worden war; in den Drüsen war meistens kein Epithel mehr nachzuweisen, nur in wenigen der tief gelegenen Enden war hie und da noch Cylinderepithel vorhanden; eine zweite Beobachtung gleicher Art zu machen, war mir an der oben angeführten Placenta der 30. Woche möglich; auch hier konnte ich, wie Kölliker für den sechsten Monat, kaum eine Spur von Drüsenepithelien erkennen. Ich kann daher die Schlussfolgerungen, welche früher Friedländer und ich selbst[4] aus dem Vorhandensein von Epithelien in den zurückbleibenden Drüsenresten am Ende der Schwangerschaft gezogen haben, nicht mehr als zutreffend anerkennen. Im Gegentheil wird vielmehr die puerperale Regeneration des Uterinepithels dadurch wieder zu einem noch ungelösten Problem.

---

[1] *Physiologisch-anatomische Untersuchungen über den Uterus.* 1870.
[2] a. a. O. S. 338.
[3] *Archives de physiologie.* 1876. p. 343.
[4] *Archiv für Gynäkologie.* VIII. p. 287.

Den charakteristischen Bestandtheil der Serotina bilden die bekannten protoplasmareichen Zellen von runder oder länglicher Gestalt, von sehr verschiedener Grösse, bis über 0·1 mm Durchmesser, die kleineren etwa von der Grösse der Zellen des Malpighi'schen Netzes; die grössten haben zahlreiche Kerne, die bis zur Berührung dicht liegen und sich gegenseitig abplatten; in den kleineren finden sich weniger Kerne, vielfach nur je einer. Die grösseren Zellen liegen mehr in der tieferen Schichte, die kleineren mehr nach der Oberfläche hin; die ersteren vielfach isolirt, die letzteren in Gruppen zusammen. Dann und wann enthalten sie sparsame grosse Vacuolen; das körnige Aussehen des todten Protoplasmas beruht auf der Bildung zahlreicher kleiner Vacuolen. Die Kerne sind während des Lebens homogen; in Folge der postmortalen Zersetzung trennt sich ihre Substanz in Kernmembran und Kernkörperchen einerseits, sowie Kernsaft andererseits.[1] Als jüngste Stadien dieser Zellen können Lymphkörper angesehen werden, welche namentlich in den früheren Monaten zahlreich sind und später vorzugsweise in den tieferen Schichten sich finden. Die Zwischensubstanz enthält in den tieferen Schichten noch zahlreiche Sternzellen, die ich schon früher erwähnte. Sie sind platt, sehr dünn, daher blass, und werden leicht durch die andern Elemente verdeckt; in ihrer Grösse entsprechen sie etwa den obigen Spindelzellen; ihr grösserer Durchmesser beträgt 0·03—0·06 mm. Ihre Ausläufer, zum Theil sehr breit, haben geradlinigen oder leicht gebogenen Verlauf und bilden ein reichliches Netz mit zum Theil sehr engen Maschen. Sie liegen mit den Spindelzellen in denselben Schichten zusammen; da beide Zellformen stark abgeplattet und in einer und derselben Weise parallel angeordnet sind, so entsteht dadurch jene oben erwähnte lamellöse Anordnung der tieferen Schichten; die Lamellen laufen der Trennungsfläche parallel; auf Dickenschnitten bedingen sie ein streifiges Aussehen.

In den mittleren und oberflächlichen Schichten finden sich vorzugsweise die obigen, ein- und vielkernigen Zellen, einzeln oder in Gruppen in eine blasse, fast homogene oder leichtstreifige Grundsubstanz eingebettet, welche in den obersten Schichten an Menge zunimmt und die intervillösen Räume direct in ziemlich breiter Lage begrenzt. Hie und da lassen sich in dieser noch Kerne erkennen ohne umschliessende Zelle, als wenn das Protoplasma mit der Grundsubstanz zusammengeflossen wäre. Zwischen den Gruppen der Zellen sind breitere Septa von Grundsubstanz, innerhalb der Gruppen werden sie nach der Mitte derselben hin schmaler und hängen nach Art eines Reticulums zusammen; in jeder

---

[1] Meine Mittheilungen im *Centralbl. für medicin. Wissenschaften*. 1876. Decbr.

Masche oder jedem Fach findet sich eine Zelle, die mit ihrem Längsdurchmesser meist senkrecht auf der Oberfläche steht. Vielfach fehlen auch diese Septa innerhalb der Gruppen, die Zellen berühren sich, liegen sehr locker und fallen daher leicht aus.

Da wo die Grundsubstanz in etwas reichlicherer Menge vorhanden ist, finden sich in ihr, wenn auch nicht constant, Saftcanäle. Vorzugsweise also sind diese in der obersten Schichte vorhanden, doch auch in der Tiefe in den breiteren Septa, welche die Zellgruppen von einander trennen. An ersterer Stelle haben sie einen meist der Oberfläche parallelen Verlauf und bedingen daher auf Dickenschnitten ein lamellöses Aussehen; zahlreiche quere Aeste verbinden sie untereinander. Unregelmässiger oder wenigstens ohne vorherrschende Richtung verlaufen sie in der Tiefe. Die Grenzlinie zwischen diesem kanalisirten Gewebe und dem nicht kanalisirten Theil der Intercellularsubstanz ist nicht scharf; nur bricht die Grundsubstanz des kanalisirten Gewebes das Licht stärker und glänzt daher mehr; auch nimmt sie Carminfärbung besser an. Indess gehen beide Substanzen in einander über und die Kanäle setzen sich auch in die blassere Substanz hinein fort, ohne jedoch die Lücken, in denen die Zellen liegen, zu erreichen; sie enden ganz allmählich, indem ihre Conturen immer mehr und mehr an Schärfe abnehmen. Sie entsprechen also nicht den zur Zeit verbreiteten Anschauungen über Saftkanäle; das gilt auch hinsichtlich des Inhalts. Denn sie sind meist völlig hell; nur hie und da finden sich kleine kernartige Gebilde. Mit Rücksicht auf ihre Entstehung konnte ich zu keinem sicheren Resultate kommen; da sie indess völlig den Kanälen in dem unten zu schildernden kanalisirten Fibrin gleichen, so ist wohl auch eine gleiche Genese anzunehmen. Sie würden daher nach Zusammenfliessen des Zellprotoplasmas zu einer homogenen Grundsubstanz durch secundäre Kanalisation derselben von den Stellen der eingeschlossenen Kerne aus gebildet werden.

Die Oberfläche der Serotina ist vielfach nach dem Vorhandensein eines Epi- oder Endothels untersucht worden; jedoch nur Winkler[1] giebt an, durch Silber ein Endothel nachgewiesen zu haben, freilich ohne jede nähere Beschreibung. Mir ist es geglückt, im 4. und 7. Monate ein „endothelartiges" Häutchen von der Serotina zu gewinnen. Am deutlichsten war dies an einer Placenta der 14. Woche, welche ich in Verbindung mit dem Uterus erhielt. War hier der Schnitt so geführt, dass er Serotina sammt angrenzenden Zotten und dem geronnenen Blut der intervillösen Räume im Zusammenhang enthielt, so liess sich fast

[1] *Archiv für Gynäkologie.* IV.

überall eine ganz dünne Lage an der Oberfläche der Serotina erkennen, die sich hie und da von der letzteren abgehoben und dann stark, gefaltet hatte; sie zeigte dabei in regelmässigen Abständen winklige Knickungen, die auf eine grössere Nachgiebigkeit an den betreffenden Stellen hinwies; es zerfiel dadurch die Schicht in kleinere gleich grosse Abtheilungen, die, in der Mitte etwas anschwellend, an Spindelzellen erinnerten. Von der Fläche erwies sie sich structurlos, homogen, mit ovalen stark abgeplatteten Kernen, die an Grösse den Kernen der grossen Decidualzellen gleichkamen. Die Kerne lagen weit von einander — zum Unterschied von dem Epithel der Zotten, — und an einzelnen Stellen liessen sich in den weiten Zwischenräumen zwischen denselben Linien erkennen, welche die ganze Lamelle in grosse polyedrische Felder mit je einem Kern abtheilte. So könnte man also hier von einer Lage stark abgeplatteter Zellen sprechen, welche das Decidualgewebe nach dem Fötus hin abgrenzt.

Schwieriger war es, sich von ähnlichen Verhältnissen an einer 7monatlichen Placenta zu überzeugen, welche in gutem Zustande speciell der Serotina in meine Hände kam. Auf Dickenschnitten zeigte sich auch hier das oben beschriebene Bild, da die Lage meist durch das Messer etwas abgehoben wurde. Das Umlegen oder Ablösen von der Unterlage gelang jedoch nur schwer und wegen der ausserordentlichen Zartheit und Brüchigkeit der Membran nie in grösserer Ausdehnung; meist haften an ihrer Unterfläche noch von den gewöhnlichen Decidualzellen an. Ihre Substanz erscheint homogen, feinkörnig, bei Immersionslinse X fein parallel-streifig. In grösseren Entfernungen waren Kerne vorhanden und in deren nächster Umgebung die Substanz der Membran bei Carminimbibition stärker gefärbt, also wohl etwas dicker als der übrige Theil. Etwaige Zellgrenzen sind nicht sichtbar, jedoch auch bei der Zartheit und Blässe des Bildes kaum zu erwarten.

An der reifen Placenta sieht man dann und wann auf der homogenen Grundsubstanz, welche die obere Grenzschicht der Decidua bildet, noch eine feine, bei Carminimbibition stark gefärbte Linie oder einen schmalen doppelt conturirten dunkelrothen Saum, welcher den Durchschnitt einer besonderen Grenzlamelle darstellen könnte. Indess ist es mir nie gelungen, denselben abzuheben, so dass ich hier nicht mit gleicher Bestimmtheit die Existenz einer solchen behaupten kann.

Ob in jenen früheren Stadien die homogene kernhaltige Lamelle continuirlich die Serotina bekleidet, konnte ich nicht entscheiden. Sie wird wohl da, wo die Zotten sich anheften, unterbrochen sein; allein auch an andern Stellen konnte ich sie nicht erkennen, obgleich die be-

nachbarten Zotten sammt Blutgerinnsel vorhanden waren und zeigten, dass kein künstlicher Defect sich gebildet hatte.

Was beweist nun das Vorhandensein einer solchen „Endothellamelle“, wie wir sie einmal bezeichnen wollen? Ist dadurch wirklich festgestellt, dass die intervillösen Räume Blutgefässen entsprechen, wie Winkler annimmt? Durchaus nicht. Dadurch, dass wir in den letzten Jahren an den verschiedensten Schleimhäuten und Drüsen, und grade auch an denen des normalen Uterus unter dem Epithel eine Endothellage kennen gelernt haben, ist dem Vorhandensein jener Lamelle jede Beweiskraft in der Lösung der Frage genommen, ob die fötalen Zotten in den mütterlichen Blutgefässen liegen oder nicht. Immerhin aber ist das Vorhandensein dieser Lamelle bemerkenswerth, und man kann sie, glaube ich, nicht einfach darauf zurückführen, dass die oberflächlich gelegenen Decidualzellen durch den Druck von Seiten des Inhalts der intervillösen Räume abgeplattet seien. Meistens liegt nämlich unter dieser Lamelle jene Schicht homogener Grundsubstanz, welche sie von den grossen Zellen der Decidua trennt.

Ich will nur noch kurz der nicht selten vorkommenden Erweichungsheerde in der reifen Decidua gedenken. Sie erreichen, wenn nicht besondre Wucherungsprocesse vorhergegangen sind, keine bedeutende Grösse und enthalten eine blasse, homogene, völlig structurlose Gallerte, in deren Peripherie meist eine einfache Reihe von grossen Vacuolen sich findet. Letztere haben die Grösse von Decidualzellen und liegen sehr dicht beisammen, nur durch schmale Septa der Gallerte von einander getrennt. Die gallertartige Masse hängt direct mit der oft vermehrten Intercellularsubstanz des nächst angrenzenden Gewebes zusammen, entsteht also durch eine Umwandlung derselben; dafür spricht ferner, dass an manchen Stellen die reichliche Intercellularsubstanz schon ganz den Charakter der Gallerte angenommen hat, sehr blass und schwach lichtbrechend ist, während in ihr noch Zellen und auch Vacuolen sich finden. Zellen und Vacuolen stehen ebenfalls in genetischem Verhältniss zu einander. In den an die Erweichungsheerde angrenzenden Zellen finden sich sehr vielfach Vacuolen, je eine in einer Zelle, von verschiedener Grösse, die grössten der Art, dass das kernhaltige Zellprotoplasma dieselben nach Art eines Siegelrings umgiebt. Die Vacuolen, an welchen sich kein Kern und Zellrest erkennen lässt, gehören zu den grössten; bei ihnen ist also Kern und Protoplasma völlig in der Bildung des Vacuoleninhalts aufgegangen.

6. Kanalisirtes Fibrin.

(Kanalisirte Bindesubstanz.)

Mit diesen Namen belege ich ein Gewebe, welches in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft sich in der ausgedehntesten Weise an der Bildung der Placenta betheiligt und sich vorzugsweise auf der placentaren Fläche des Chorions findet. Hier ist es auch von Kölliker (S. 337 u. 350) gesehen und beschrieben worden; auf diese Partie, wie sie sich an der reifen Placenta darbietet, bezieht sich zunächt die folgende Schilderung.

Es bildet hier eine völlig continuirliche Lage, nur unterbrochen von den Zottenstämmen, auf welche es sich nicht fortsetzt; seine Dicke ist allerdings sehr verschieden; von wenigen Hundertstel von Millimetern steigt sie bis zu einem Millimeter und mehr, nicht selten erreicht sie sogar an beschränkten Stellen eine Dicke von 1 ^{cm}, und stellt dann die bekannten gelben platten Knoten mit deutlich geschichtetem Bau dar, welche durch das Chorion hindurchschimmern und allgemein als umgewandelte Blutextravasate angesehen werden. Sehr leicht lässt sich dies gelbliche Gewebe von dem darunter liegenden fibrillären Chorion loslösen, wie dies schon E. H. Weber wusste; er fasste dasselbe als die Haut der mütterlichen Venen auf, durch welche die Chorionzotten hindurchgewachsen sein sollen.[1]

Das Eigenthümliche dieses Gewebes besteht darin, dass seine Grundsubstanz zahlreiche gröbere und feinere Kanäle enthält, welche bei aller Verschiedenheit der Form und Anordnung darin übereinstimmen, dass sie keine deutliche Zellen enthalten, sondern höchstens nur Körnchen und kernartige Körper, und vielfach sogar völlig leer sind. Diejenigen, welche direct auf der fibrillären Lage des Chorions liegen, sind am compaktesten gebaut und zugleich am constantesten, von der Mitte der Schwangerschaft an immer vorhanden; auf diese lagern sich in den letzten Wochen locker gebaute lamellöse Schichten auf, welche die grösste Aehnlichkeit mit gewöhnlichem Fibrin haben.

---

[1] Hildebrandt's *Anat.* IV, 497. 1832. „Man überzeugt sich bei genauerer Untersuchung der äusseren Oberfläche des an der Placenta anliegenden Chorions, dass die grossen Zwischenräume zwischen den hindurchtretenden Stämmen der Nabelgefässe nicht nur von den Scheiden des Chorion, sondern ausserdem noch von einer etwas gelblichen glatten durchsichtigen Venenhaut ausgekleidet sind; daher denn auch das Chorion hier an der concaven Seite des Mutterkuchens viel dicker zu sein scheinen könnte, als an dem Theile, welcher nicht an die Placenta angränzt."

Ich schildere zunächst die **compaktere Form** (Fig. 4—8).

Die Grundsubstanz ist homogen, jedenfalls ohne deutliche Structur, weder deutlich fasrig noch körnig; nur ganz verwaschene Schattenlinien von der Oberfläche des Chorions parallelem Verlauf lassen an manchen Stellen auf einen lamellösen Bau, auf einen geringen Unterschied in der Zusammensetzung der einzelnen Schichten schliessen. Die Substanz ist stark lichtbrechend, glänzend und dunkel conturirt. In Essigsäure quillt sie auf und wird blasser; in Carmin und Hämatoxylin färbt sie sich etwas langsamer als die übrigen Schichten, aber sehr intensiv und gleichmässig, so dass sie dadurch auch bei schwacher Vergrösserung leicht zu erkennen ist. Zellen und Kerne sind in ihr nicht nachzuweisen, oder nur in den tiefsten Schichten und den ersten Stadien, worauf ich zurückkomme. Dagegen finden sich die oben erwähnten Kanäle vor, wegen des starken Glanzes der Grundsubstanz sehr deutlich und scharf conturirt; ihre Breite wechselt, kann bis zu 0·005 ^{m} und mehr steigen, beträgt meist gegen 0·002—0·003 ^{m}; die breiteren haben einen runden Querschnitt, derjenige der feinsten ist vielfach etwas zackig, sternförmig, mit einspringenden Linien. Ihre Anordnung ist eine verschiedene, ohne dass ich im Stande wäre, diesen Verschiedenheiten eine besondre Bedeutung beizulegen. **Kölliker** unterscheidet darnach zwei Formen, eine, wo nur kleine sternförmige Höhlungen, Knochenkörperchen ähnlich, existiren, und eine zweite, wo relativ breite Kanäle die Grundsubstanz durchziehen, ähnlich anastomosirenden Fadenpilzen, mit Erweiterungen an den Knotenpunkten; in beiden Fällen werden durch Säuren Kerne sichtbar und das Höhlensystem erscheint nun mehr als ein Netz anastomosirender Zellen.

In der reifen Placenta finden sich vorzugsweise breitere Kanäle, die der Oberfläche parallel verlaufen und durch senkrechte oder schräge Aeste mit einander zusammenhängen; doch wiegen meistens namentlich in den obersten Schichten nach den intervillösen Räumen hin die parallelen vor, so dass hier der Bau lamellös wird: die Abtheilungen, in welche dadurch die Grundsubstanz allerdings nur sehr unvollständig zerfällt, haben etwa die Grösse der Decidualzellen, oder sind auch kleiner. Erweiterungen sind an den Knotenpunkten meist nicht vorhanden. In früheren Stadien, im 5—7. Monate, sind die queren und schrägen Verbindungsäste zahlreicher und dichter, und grenzen so mehr kuglige Massen gegeneinander ab, die an Grösse z. Th. nur den Lymphkörpern gleichkommen, z. Th. den 3—4fachen Durchmesser derselben erreichen (globulöse Anordnung).

Der Inhalt der Kanäle ist wegen des starken Glanzes der Grundsubstanz nur schwer ohne Reagentien zu erkennen. Am besten ist mir

eine schwache Färbung mit Hämatoxylin erschienen, so lange die Grundsubstanz nur sehr wenig tingirt ist. Vielfach sind die Kanäle auf grosse Strecken völlig hell, klar, oder enthalten nur vereinzelte farblose kleine Körnchen; in andern finden sich grössere homogene Kugeln, das Lumen ganz oder nur zur Hälfte ausfüllend, oder längere stäbchenförmige Gebilde, mit abgerundetem Ende, ebenfalls den Kanal ganz ausfüllend; diese grösseren Gebilde färben sich rasch mit Hämatoxylin sehr intensiv und geben sich dadurch sofort als Kerne oder Theile von solchen zu erkennen. Diese kernartigen Gebilde sind jedenfalls nicht blos an den Knotenpunkten, sondern auch im Verlauf der Kanäle eingeschaltet, letzteres sogar viel häufiger; die wenigen an den Knotenpunkten sind manchmal verästelt und gehen mit Ausläufern in die einzelnen Kanäle hinein. Die unregelmässige Vertheilung der „Kerne", sowie das Fehlen der Erweiterungen an den Knotenpunkten unterscheiden die Kanäle jedenfalls von dem gewöhnlichen Netz sternförmiger Zellen. Weitere Unterschiede werden wir bei der Entwicklung kennen lernen.

Die zweite Form dieses eigenthümlichen Gewebes scheint bei dem ersten Blick von der eben beschriebenen wesentlich verschieden zu sein, und auf sie, wenigstens auf die ausgebildete Form passt auch die Bezeichnung „kanalisirte Bindesubstanz" weniger. Die Gründe, welche mich bewegen, beide Formen zusammenzufassen, werden sich nachher ergeben.

Am meisten hat dies Gewebe Aehnlichkeit mit schichtweise aufgelagertem Fibrin, namentlich wenn es eine bedeutendere Dicke erreicht. Es lässt sich nämlich ausserordentlich leicht in grösserer Ausdehnung in sehr feine aufeinander geschichtete Lamellen zerlegen, welche durch schmale spaltförmige Räume von einander getrennt werden. Jede Lamelle ist wieder von zahlreichen kleineren und grösseren, sehr dicht stehenden Lücken durchbrochen, so dass das bei gewöhnlicher 300- bis 400facher Vergrösserung feinkörnige Aussehen sich bei Anwendung von Immersionslinsen in einen reticulären Bau verwandelt. Die Balken des Reticulums sind stellenweise nur durch feine Linien gebildet, an andern Stellen sind sie breiter, homogen, ganz ebenso wie die etwas stärkeren Knotenpunkte. Carmin und Hämatoxylin färben auch diese Masse sehr intensiv; in Essigsäure quillt sie auf und wird heller. Bei dem ersten Anblick wird man hier sofort an Fibrin erinnert, und nicht an organisirtes Gewebe. Was berechtigt uns, dasselbe der obigen Form der kanalisirten Bindesubstanz an die Seite zu stellen? Trotz aller Unterschiede, welche grade bei dem ersten Blicke auffallen, lassen sich doch manche gemeinsame Charaktere erkennen. Für Identität mit der obigen Form sprechen zwei Punkte: der directe Zusammenhang mit derselben

und das Vorhandensein von gleichen Kanälen. In allen diesen gelben Schichten von schon makroskopisch leicht sichtbarem blättrigem Bau kommen neben den flächenhaft ausgedehnten Spalten zwischen den Lamellen noch Kanäle vor mit rundem Querschnitt, welche die Lamellen senkrecht durchsetzen und auf Dickenschnitten durch ihren grösseren Durchmesser von den schmal erscheinenden Spalten leicht unterschieden werden; sie sind mit den Kanälen der tiefer liegenden compakteren Lage völlig identisch. Ferner finden sich auch hier kernartige Körper, sowohl in den horizontalen Spalten, von langer, schmaler, stäbchenförmiger Gestalt, jedoch in weiten gegenseitigen Abständen, wie auch in den weiten senkrechten Kanälen, wo sie noch spärlicher sind. Dadurch scheint mir ferner eine Identität der horizontalen Spalten, welche den lamellösen Bau veranlassen, mit den Kanälen bewiesen zu sein. Der Unterschied zwischen dieser und der ersteren Form liegt also, wie sich hieraus ergiebt, nur darin, dass die horizontalen Kanäle ausserordentlich zahlreich sind, dicht übereinander, aber auch in der Fläche nebeneinander liegen, so dass dadurch die Grundsubstanz in zahlreich dünne Lamellen zerfällt. Die oben erwähnten horizontalen Streifungen der compakteren Form lassen sich als erstes — oder auch letztes — Zeichen dieser Umwandlung der einen Form in die andre auffassen.

Ferner gehen die beiden Formen an der Grenze direct und allmählich in einander über; die horizontalen Kanäle der lamellösen Form werden dabei sparsamer und schwinden zum grossen Theil. Eine scharfe Grenze existirt nicht.

Die Entwicklung dieses Gewebes erfolgt, wie mir scheint, von zwei Seiten her, geht von zwei verschiedenen Geweben aus, von einer Lage grosszelligen Gewebes auf der äusseren Oberfläche des Chorions, und von dem Inhalt der intervillösen Räume. Die mehr compaktere Form möchte ich vorzugsweise auf den ersteren Modus, die lamellöse Form mehr auf den zweiten zurückführen. Wer vorzugsweise die reife Placenta untersucht, wird vielleicht geneigt sein, den letzteren als den ausschliesslichen hinzustellen, wie auch Kölliker diese Massen als pathologische Bildungen betrachtet, bei denen sich vielleicht das mütterliche Blut betheiligen könne; wer dagegen auch die früheren Stadien untersucht, wird die Beobachtung machen, dass bis in den 8. Monat hinein über der compakteren Form noch das Chorionepithel einen fast völlig continuirlichen Ueberzug bildet (Fig. 4) und dieselbe von dem Inhalt der intervillösen Räume trennt. Der Letztere kann also hier nicht herangezogen werden, um die Entstehung dieses Gewebes zu erklären.

In den spätesten Wochen geht allerdings das Chorionepithel mit Ausnahme der Zotten zu Grunde; das kanalisirte Fibrin begrenzt dann direct die intervillösen Räume, und hier erhält man Bilder, welche auf eine directe Entstehung aus dem Inhalt der letzteren hinweisen. (Fig. 6). Ich muss hier die Bemerkung vorwegnehmen, dass nach Erhärtung in chromsaurem Kali und Spiritus grade an diesen Stellen zwischen den Zotten sich ganz bestimmt mütterliches Blut nachweisen lässt. Rothe und farblose Blutkörper finden sich vor, letztere manchmal in etwas grösserer Zahl, beide sehr leicht zu erkennen; sie stossen vielfach nicht direct an das kanalisirte Gewebe, sondern zwischen beide schiebt sich in schmaler Zone eine feinkörnige leicht gelbliche Masse ein (Fig. 6 *a*), in der hie und da noch die kreisförmigen Begrenzungslinien der rothen Blutkörper deutlich sichtbar sind (Fig. 6 *d*). Letztere nehmen nach den intervillösen Räumen hin an Zahl zu und treten dabei einfach an die Stelle der gleichmässig feinkörnigen Masse. Diese geht nun nach der andern Seite, dem Chorion hin, direct über in die kanalisirte Substanz, die sich von jener durch Farblosigkeit, Homogeneität, sowie stärkere Imbibition mit Carmin und Hämatoxylin unterscheidet. An der Grenze beider verschwinden diese Eigenschaften ganz allmählich, so dass man sich von dem directen Zusammenhang derselben wohl überzeugen kann. Die Frage nach dem Vorgang bei der Entstehung der feinkörnigen Masse ist nicht mit gleicher Bestimmtheit zu entscheiden. Dass dieselbe aus dem mütterlichen Blute stammt, dürfte nicht zu bezweifeln sein. Welche Rolle aber spielen dabei rothe und farblose Blutkörper? Dass hier nicht einfach ganz derselbe Process abläuft, wie ihn Zahn für die Bildung der weissen Thromben beschrieben hat, geht aus der geringen Zahl der in der feinkörnigen Masse eingeschlossenen farblosen Blutkörper hervor; dieselben liegen, wenn auch zahlreicher wie im circulirenden Blut, doch immer noch in weiten Abständen. Der grösste Theil der feinkörnigen Masse kann nur von den rothen Blutkörpern gebildet sein. Ich möchte den farblosen Blutkörpern, die relativ sparsam sind und ihre Form nicht geändert haben, bei der ersten Bildung der feinkörnigen Masse keinen sehr wesentlichen Einfluss zuschreiben; dagegen werden sie oder vielmehr ihre Kerne — ihr Protoplasma verschmilzt mit der umgebenden Masse — für die Kanalisation von Bedeutung. Denn die feinkörnige Schicht selbst enthält noch keine Kanäle, nur hie und da finden sich an ihrer unteren Grenze runde Vacuolen (Fig. 6 *c*), etwas grösser wie farblose Blutkörper; aber sie sind nicht constant und für die Bildung der Kanäle daher nicht wesentlich. In der darunter liegenden Schicht der kanalisirten Substanz dagegen sind die Kanäle sehr fein und dicht, und in ihnen finden sich kernartige

Gebilde, von denen der tieferen Kanäle durch ihre durchgängig runde Form unterschieden, von den Kernen der farblosen Blutkörper andrerseits durch ihre bedeutend geringere Grösse; sie liegen in kleinen kugligen Erweiterungen. Diese constante Lagerung der Kerne beweist, dass sie bei der Bildung der Kanäle wesentlich betheiligt sind, dieselbe vielleicht direct veranlassen. Ihre geringere Grösse gegenüber den Kernen der farblosen Blutkörper, von denen sie abstammen, lassen keinen Zweifel darüber, dass bei diesem Process der Kanalisation entweder eine Vertheilung der Kerne in zahlreiche kleinere zuerst kuglige Partikel oder eine Verdichtung der Kernsubstanz erfolgt.

Die Grundsubstanz ist also nach dieser Auffassung aus der Zellsubstanz der rothen und farblosen Blutkörper entstanden, die Kanäle entstehen von den Kernen der letzteren aus.

Ich habe oben als zweite oder eigentlich zeitlich erste Quelle des kanalisirten Fibrins eine Lage von zellreichem Gewebe bezeichnet, welche entweder an Stelle desselben oder unter ihm auf dem fibrillären Chorion sich findet. Wenn auch die Zurückführung einer und derselben Substanz auf zwei verschiedene Gewebe zunächst etwas Unbefriedigendes hat, so glaube ich doch es wahrscheinlich machen zu können, dass bei beiden Arten der Entstehung wesentlich derselbe elementare Vorgang vorliegt; Zusammenfliessen des Zellprotoplasmas zu der Grundsubstanz und Kanalisation derselben von den Kernen aus.

Die genaue Schilderung dieses zellreichen Gewebes wird unten bei Besprechung des Baus der Placenta in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft folgen; hier nur die kurze Bemerkung, dass es wahrscheinlich eine Umwandlung der Gefässschicht des Chorions, also fötalen Ursprungs ist. Seine Zellen gleichen meistens den grossen Decidualzellen; doch besteht es in den frühesten Stadien, im 5. und 6. Monate fast ausschliesslich aus kleineren Zellen, deren Kerne denen der Lymphkörper gleichen, nur von etwas mehr Protoplasma umgeben.

Als ein Hauptgrund für die Annahme, dass dies zellreiche Gewebe in das kanalisirte sich umwandelt, ist zuerst die Thatsache hervorzuheben, dass beide öfters in der Art abwechseln, dass bald nur das eine, bald nur das andre sich vorfindet und beide Gewebe an den Grenzen dieser Partien in einander übergehen; davon kann man sich noch bis in den 7. Monat überzeugen; später findet sich in der Regel nur das kanalisirte Gewebe vor, unter welchem dann hie und da noch einzelne Inseln des zellreichen Gewebes erhalten sind. Ferner sind in das kanalisirte Gewebe selbst noch Elemente des zellreichen eingesprengt, kleinere und grössere Zellen, entweder allseitig von ersterem umschlossen, oder mehr an seiner unteren oder auch oberen Partie; namentlich gilt dies

von den grossen deciduaähnlichen Zellen und deren grossen leicht erkennbaren Kernen, die hie und da ganz isolirt mitten in dem kanalisirten Fibrin vorzugsweise in seinen tieferen Schichten liegen. Aber auch die kleineren Zellen zeigen das gleiche Verhalten; namentlich findet man an den dünnsten Lagen des kanalisirten Gewebes hie und da dieselben in grösserer Zahl an seiner Oberfläche.

Ich glaube, diese Thatsachen in Verbindung damit, dass auch das Chorionepithel über dieser Schicht sich findet, sind genügende Gründe, um die obige Annahme zu stützen: das zellreiche Gewebe betheiligt sich ebenfalls an der Bildung des kanalisirten Gewebes. Schwieriger ist es nun allerdings, diesen Process in seinen einzelnen Stadien zu erkennen. Wie oben erwähnt, stehen in dieser fraglichen Periode die Kanäle dichter und theilen die Grundsubstanz in Abtheilungen ein von der gleichen wie der drei- bis vierfachen Grösse der Lymphkörper, also von einer Grösse, welche den eben erwähnten verschieden grossen Zellen entspricht. Man wird daher in Versuchung kommen, in diesen Abtheilungen die Zellen selbst zu suchen oder mit andern Worten anzunehmen, dass die letzteren unvollständig zusammengeflossen sind und in Folge dessen zwischen ihnen die Kanäle übrig bleiben. Dem ist aber ganz entschieden nicht so; dies geht unwiderleglich aus der Thatsache hervor, dass in den Kanälen die Kerne liegen und zwar oft ganz unverändert; namentlich findet man an den Stellen, wo nur eine ganz dünne Lage dieses Gewebes auf dem fibrillären Chorion aufliegt, die kleinen, glänzenden, kugligen Kerne der kleineren Zellen sehr zahlreich und ausserordentich dicht in den weiten Kanälen. Selten dagegen sind Kerne, ähnlich denen der grossen Zellen, gross, mit scharfer dunkler Begrenzungslinie, und blassem feinkörnigem Inhalt, allerdings etwas länger, aber auch platter. Daraus geht mit aller Bestimmtheit hervor, dass die Kanäle nicht den Zwischenräumen zwischen den Zellen entsprechen. Ihre Bildung muss man sich vielmehr auch hier in der gleichen Weise vorstellen, wie ich es für die Ablagerung aus dem mütterlichen Blute geschildert habe. Die Grundsubstanz entspricht dem zusammengeflossenen Protoplasma der Zellen, und in ihm bilden sich von den Kernen aus die Kanäle. Diese Hypothese erklärt auch hier Alles.

Auch einige andre Thatsachen lassen sich nur auf diese Weise verstehen, so das Vorkommen von Kernen in den noch nicht kanalisirten Theilen des Gewebes, namentlich von solchen, welche denen der grösseren Zellen in Aussehen und Form völlig gleichen und noch nicht abgeplattet sind; in allen Stadien und selbst noch in der reifen Placenta lässt sich dies Zwischenstadium in den tieferen Schichten leicht erkennen (Fig. 5). Manchmal dringt auch ein vereinzelter Kanal bis an einen solchen

isolirten Kern heran und mündet in die Lücke ein, die von letzterem eingenommen wird; seltner kommt das Gleiche hinsichtlich der eingeschlossenen Zellen vor; indessen sind solche Kanäle in der Regel noch nicht scharf begrenzt, sondern bilden helle, verwaschene Streifen, die erst in einiger Entfernung von Kern oder Zelle scharfe Conturen annehmen.

Werfen wir noch einen Blick auf die Beziehungen des kanalisirten Fibrins zu verwandten Erscheinungen. Wir haben jedenfalls hier eine Substanz, die in ihrem völlig entwickelten Bau, wie in ihrer Entstehung höchst eigenthümlich erscheint. Auf der einen Seite bildet sie sich aus dem Blute durch eine Art „Gerinnung“ hervor, und doch zeigt sie wieder eine ganz bestimmte Structur, welche wenigstens die compacte Form an die Seite der Bindesubstanzen anreiht; auf der anderen Seite entsteht sie aus wirklichen Bindesubstanzzellen, und doch hat ihre lamellöse Form die grösste Aehnlichkeit mit fibrinösen Abscheidungen.

Halten wir uns zunächst an den Modus, durch welchen sie aus dem Blute entsteht, durch welchen sie sich den Thromben nähert, so würden wir zunächst die Bildungsweise zu erwarten haben, welche Zahn für die weissen Thromben nachgewiesen hat. Allein er ist durchaus nicht mit derselben identisch. Es handelt sich nicht um eine Agglomeration farbloser Blutkörper, zwischen welche durch den Blutdruck rothe eingekeilt werden, es ist vielmehr eine Umwandlung sämmtlicher Elemente des Blutes zu einem ganz exquisit „weissen Thrombus“, wie wir es bisher noch nicht kennen. Von einem Eindringen der rothen Blutkörper in Folge des Blutdrucks, wie es Zahn bei der Entstehung der gemischten Thromben gesehen hat, kann in denjenigen Partien der intervillösen Räume, welche von den mütterlichen Arterien am weitesten entfernt sind, nicht die Rede sein. — Besonders auffallend ist dabei die rasche Entfärbung der rothen Blutkörper. — Vielleicht dass diese Verschiedenheiten durch die Langsamkeit des Blutstroms in der Placenta und namentlich an der genannten Stelle bedingt sind. Zahn hatte bei seinen Experimenten es immer mit rascherem Blutstrom zu thun. Es mag dies nicht ohne Bedeutung sein.

Das Vorhandensein des Kanalsystems in diesem weissen Thrombus wirft auf die Physiologie desselben ein neues Licht. Denn es dient dasselbe wohl aller Wahrscheinlichkeit nach zum Durchströmen von Flüssigkeit und es wird so die Möglichkeit eines Stoffwechsels nahe gerückt. Manches spricht sogar dafür, dass diese Thrombusmasse nicht blos durch Apposition, sondern auch durch Intussusception wachsen kann. Vergleicht man die Vertheilung der Kanäle und der darin enthaltenen Kerne in verschiedenen Stadien, so fällt ins Auge: 1. dass jene in den früheren Stadien (Fig. 8) viel dichter liegen als in den späteren, also die durch

sie abgegrenzten Bezirke der Grundsubstanz später grösser sind als früher, 2. dass die Kerne in den spätesten Stadien in ziemlich grossen, regelmässigen Abständen liegen, in den jüngeren dagegen viel dichter und unregelmässiger vertheilt; hier sieht man 3, 4, 5 dicht beisammen bis zur Berührung und von den benachbarten nur durch schmale Zwischenräume getrennt. Es lässt sich dies Verhalten jedenfalls am besten durch die Annahme eines selbständigen Wachsthums erklären, eine Annahme, die mir zusagender erscheint, als die Hypothesen, dass der grössere Theil der Kanäle und Kerne zu Grunde gehe, der kleinere zurückbleibe, oder dass neue Lagen mit kernfreien Kanälen sich bilden, in welche die Kerne des früher gebildeten einwandern.

Die Kanäle entstehen — das glaube ich oben festgestellt zu haben — secundär in einer homogenen Masse. Ich kann aber andererseits den lamellösen Bau der oben beschriebenen lockeren Form, welche sofort von jedem als Fibrin angesehen werden wird, auch nur auf eine sehr weit gehende Kanalisirung zurückführen; die Anwesenheit der Kerne in den Spalten zwischen den Lamellen beweist die Identität derselben mit den Kanälen. Damit will ich aber nicht etwa sagen, dass jeder lamellösen Lage ein Stadium der compakteren Form vorhergehe; das wäre zum mindesten nicht zu begründen. Jedenfalls aber darf man sich den lamellösen Bau derselben nicht durch successives Festwerden verschiedener Schichten des Blutes entstanden denken, wie dies bisher geschah. Die Beschaffenheit der Lamellen, wie sie oben beschrieben, wäre darnach kaum zu erklären. Die Lamellen — ob von Anfang an als solche entstanden, oder nicht, ist dabei gleichgültig — beruhen auf der besonderen Betheiligung der farblosen Blutkörper und namentlich ihrer Kerne; sie sind als specifisches Structurelement dieser Massen aufzufassen, etwa ebenso, wie die Fibrille für das Bindegewebe charakteristisch ist.

Durch den Nachweis von kernhaltigen Kanälen, durch die Wahrscheinlichkeit eines eignen Wachsthums wird diese Masse andererseits den eigentlichen Geweben des Körpers und namentlich den Bindesubstanzen sehr nahe gerückt. Darin liegt auch der Grund, wesshalb ich neben der Bezeichnung „kanalisirtes Fibrin“ die der kanalisirten Bindesubstanz hingestellt habe. Wenn wir von geronnenem Fibrin sprechen, so ist damit Organisation, selbständiges Wachsthum ausgeschlossen; ja auch die Fähigkeit, sich zu wirklichem organisirtem Bindegewebe umzuwandeln, ist durch die neueren Untersuchungen über die Schicksale des Thrombus nach Arterienunterbindung mehr als zweifelhaft geworden. Fibrin und Thrombus gelten mehr als leblose Gebilde ohne Stoffwechsel. Hier dagegen sind Stoffwechsel, selbständiges Wachsthum sehr wahr-

scheinlich, und dies sind doch Eigenthümlichkeiten nur der lebenden Gewebe. Dass aber dies Gewebe, wenn es mit den übrigen des Körpers verglichen wird, in nächster Beziehung zu den Bindesubstanzen zu setzen ist, das geht aus Bau und Entwickelung auf das Unwiderleglichste hervor.

Schon Kölliker hat die Aehnlichkeit mit Knochengewebe hervorgehoben. Wenn ich auch seine Ansicht von der Anwesenheit sternförmiger Zellen nicht theilen kann, so bleibt doch auch nach meiner Schilderung eine sehr grosse Aehnlichkeit bestehen. Man denke sich die Grundsubstanz verkalkt, und man kann sich die Frage vorlegen, welche principiellen Unterschiede gegenüber dem Knochengewebe denn existiren? Es fehlt die fibrillär-lamellöse Structur und das regelmässige Vorkommen von weiteren, den Knochenkörpern entsprechenden Knotenpunkten des Knanalsystems; die kernhaltigen Stellen sind zwar in den späteren Stadien gleichmässig vertheilt, unterscheiden sich aber nicht durch grössere Weite von den übrigen Kanälen und entsprechen auch nicht vorzugsweise den Knotenpunkten. Ob sie durch ihren Inhalt sich von den Knochenkörpern unterscheiden, dürfte zur Zeit noch nicht zu beantworten sein. Denn auch der Inhalt der letzteren ist ja immer noch streitig. Während Ranvier und Schwalbe in ihnen platte, der einen Seite der Wand anliegende enthothelienartige Zellen suchen, hält Klebs auch noch neuerdings daran fest, dass in denselben Kohlensäure sich finde, also nicht einmal ein Kern vorhanden sei. Auch hinsichtlich der Entwicklung, besonders der secundären Entstehung der Kanäle liesse sich manche Aehnlichkeit aufführen, namentlich wenn man die älteren, zur Zeit in den Hintergrund gedrängten Anschauungen von der Entstehung des Knochens aus hyalinem Knorpel berücksichtigt. Da indess gerade jetzt die Ansichten auf diesem Gebiete sich ausserordentlich widersprechen, so begnüge ich mich mit den obigen Andeutungen. Die „Saftkanälchen“ des Bindegewebes wage ich nicht zu einem weiteren Vergleich heranzuziehen; denn bis jetzt haben sich die Forschungen über dieselben nicht auf ihre Entwickelung ausgedehnt.

Mein Hauptzweck bei dieser ausführlichen Schilderung war, den Unterschied zwischen diesem Gewebe und dem geronnenen Blute nachzuweisen, zu betonen, dass hier eine wirkliche Organisation, wenn auch nur eine unvollkommene vorliegt. Die Bedeutung dieser Anschauungen für die Thromben springt in die Augen. In wie weit dieselben auf die Thromben des Herzens, der Venen u. s. w. zu übertragen sind, bedarf einer ausführlicheren Untersuchung. Dass auch hier die Kanäle vorkommen, davon kann man sich am besten an Schliffen von Phlebolithen überzeugen. Indessen es scheint der elementare Vorgang, den ich oben

geschildert habe, und welcher der Bildung der Kanäle zu Grunde liegt, noch eine viel allgemeinere Bedeutung zu haben. Ich kenne die Kanäle noch von den Tuberkeln her; sie finden sich hier in den peripheren Schichten der verkästen Massen, allerdings wohl nicht constant, sondern nur unter gewissen, mir noch nicht bekannten Bedingungen. In gleicher Weise glaube ich auch die Kanäle in dem diphtheritischen Netzwerk auffassen zu dürfen.

Alles dies macht wenig Hoffnung, dass diese kanalisirte Masse einer höheren Organisation fähig ist. Beobachtungen, welche Fräulein Nad. Schultz auf Veranlassung von Herrn Prof. Kocher in dem pathologischen Institut über die Heilung von Arterienwunden angestellt hat und die sie in ihrer Dissertation veröffentlichen wird, zeigen das Gleiche. Es bildet sich hier zwischen den Wundrändern zunächst ein weisser Thrombus, aus kanalisirtem Fibrin bestehend, welcher durch den Blutdruck nach aussen convex vorgebuchtet wird. Später entsteht an Stelle desselben Bindegewebe und zwar, wie es scheint, in der Weise, dass farblose Blutkörper vom Lumen des Gefässes aus in die Kanäle einwandern, sich in denselben zu platten Zellen umwandeln und das Fibrin verdrängen. So kommt ein Stadium, wo die „Narbe“ nur aus Zellen besteht, welche erst später in fibrilläres Bindegewebe sich umwandeln.

Das kanalisirte Gewebe, wie ich es eben geschildert habe, findet sich vorzugsweise in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft auf der placentaren Fläche des Chorions. In der ersten Hälfte kommt es ebenfalls vor, aber weniger regelmässig ausgebildet, so dass es mir hier nicht möglich war, zu einiger Klarheit über seine Entwicklung zu kommen.

Optische Eigenschaften und Verhalten zu den Reagentien theilt es mit dem gleichen Gewebe der späteren Periode: starkes Lichtbrechungsvermögen, starker Glanz, intensive Färbung mit Carmin und Hämatoxylin unterscheiden es sofort von den übrigen Geweben auch schon bei nur 100facher Vergrösserung. Die schmalen Kanäle, die es durchsetzen, sind aber unregelmässiger angeordnet, so dass die dadurch entstehenden Abtheilungen rund, in die Länge gestreckt, fast bandförmig sind, oder die Kanäle selbst sind nicht scharf begrenzt, die ganze Zeichnung daher sehr verwaschen, ungleichmässig grob- und feinkörnig. Hie und da erhält man Bilder, welche ganz dem diphtheritischen Netzwerk Wagner's gleichen. Manches deutet auf eine Entstehung aus dem Epithel hin; wir finden es nämlich in kleinen kugligen Anhäufungen unter dem Epithel auf der placentaren Fläche des Chorions und besonders an den feinen Zotten ebenfalls unter dem Epithel entweder in seitlich oder der Spitze aufsitzenden Knospen; es ist mit dem Epithel fest verbunden und folgt demselben beim Loslösen. Vielfach ist es sogar allseits von

Epithel umschlossen; es nimmt den centralen Theil der bekannten epithelialen Fortsätze ein. Es ist schon lange bekannt, dass in den letzteren in den ersten Monaten oft grössere und kleine rundliche Vacuolen vorkommen, welche früher eine gewisse Bedeutung erlangten durch die Beziehungen, welche H. Müller ihnen zur Hydatidenmole gab. In diesen Vacuolen, deren centralen Theil einnehmend und nur eine schmale periphere Spalte freilassend, finden sich häufig Ansammlungen dieses undeutlich kanalisirten Gewebes, also völlig entfernt von dem fibrillären Chorionstroma.

Trotz dieser engen Beziehung zu dem Epithel möchte ich das letztere zur Erklärung seiner Entstehung nicht heranziehen. Es ist von vornherein unwahrscheinlich, dass neben Blut- und Bindesubstanz auch noch epitheliale Elemente sich an der Bildung dieses Gewebes betheiligen sollen. Ich bin mehr geneigt, es von Elementen abzuleiten, welche aus dem Blut der oberflächlichen Chorion- und Zottengefässe unter das Epithel vorgedrungen sind; als Stütze dieser Ansicht kann ich nur anführen, dass ich an den betreffenden Stellen, namentlich auch in den Vacuolen, Ansammlungen von Blut gesehen habe, welche sich nur auf diese Weise erklären lassen.

Uebrigens ist dies eine Frage von nur untergeordneter Bedeutung; denn die Ausbildung dieses Gewebes unterliegt grossen Schwankungen; namentlich kann es an der placentaren Fläche des Chorion selbst fast völlig fehlen, wie ich es z. B. an sonst gut erhaltenen Eiern aus dem 3. Monate gefunden habe, und ich möchte ihm daher für die Entstehung der Schicht kanalisirten Gewebes in der 2. Hälfte der Schwangerschaft an dieser Stelle keinen allzuhohen Werth beilegen.

An den Zotten dagegen sind diese Knospen constanter und auch in der reifen Placenta noch nachzuweisen, etwa von einem Durchmesser, welcher der Dicke der Zotte gleichkommt.

Mit grösserer Sicherheit auf Umwandlung von Blut zurückzuführen sind die Abtheilungen des gleichen Gewebes, welche zwischen Chorion laeve und Reflexa sich finden. Es entwickelt sich hier erst dann, wenn beide Membranen schon in der Verklebung begriffen sind, wenn also hier die früher vorhandene Flüssigkeit in zahlreichen Buchten stagnirt. Im Anfang des 4. Monats und vorher habe ich es hier vergeblich gesucht, am Ende des gleichen Monats ist es in grösserer Menge vorhanden, ist aber schon im 7. Monate wieder völlig geschwunden. In grösster Menge findet es sich am Placentarrande, wo die Verklebung des Chorions mit der Reflexa beginnt; von da an nimmt es nach dem freien Eipol hin ab; an dem letzteren selbst habe ich es nicht gesehen.

II. Entwicklung und Bau der Placenta.

Eine Entwicklungsgeschichte der menschlichen Placenta existirt zur Zeit kaum in geringen Anfängen. Der Grund dafür liegt in der Schwierigkeit, sich genügendes Material zu verschaffen. Denn soll dasselbe allen strengen Anforderungen genügen, so müsste es aus einer Sammlung von Placenten der verschiedensten Stadien bestehen, welche alle noch mit dem Uterus in Verbindung sind. Es ist aber ein seltenes Glück, in den Besitz einer solchen zu kommen und ich kann mich dessen leider nicht rühmen. Das Material, auf welchem folgende Untersuchungen beruhen, ist ein sehr lückenhaftes; ich habe nur eine Placenta etwa der 14. Woche, eine zweite der 30. und eine dritte am Ende der Schwangerschaft in Verbindung mit dem Uterus erhalten; für alle übrigen Stadien kann ich mich nur auf Abortiveier stützen. Ist es aber gestattet, dieselben nach dieser Richtung hin zu verwerthen? Ist es nicht von vornherein zu erwarten, dass dieselben alle mehr oder weniger pathologisch verändert sind? und wie ist es möglich, etwaige pathologische Veränderungen von den noch unbekannten, erst zu erforschenden normalen Zuständen zu unterscheiden? Das sind Fragen, welche sich Jeder sofort vorlegen wird. Fragen und Zweifel, die auch mir eine gewisse Zurückhaltung bei der Veröffentlichung der folgenden Bruchstücke auferlegen, und welche im Laufe der Untersuchung öfters einen Wechsel meiner Ansichten veranlassten. Indess glaube ich doch gerade nach dieser Richtung nicht allzuviel Täuschungen erlegen zu sein. Allerdings haben wir von vornherein nur sehr unsichere Kriterien, um das Normale von dem Pathologischen zu unterscheiden; wenn man aber eine grössere Zahl von Abortiveiern aufmerksam nach allen Richtungen untersucht, so wird man erstaunt darüber sein, mit welcher Regelmässigkeit die einzelnen Thatsachen sich bei allen aus den gleichen Entwickelungsstadien wiederholen und wie die Beobachtungen aus verschiedenen Stadien ungezwungen zu einem Gesammtbild zusammentreten. Gerade diese Regelmässigkeit, die Constanz des Vorkommens scheint mir ein sicheres Kriterium für das Normale zu sein und ich kam in Folge dessen öfters erst durch wiederholte Beobachtung zu der Erkenntniss, dass die fragliche zuerst für pathologische gehaltene Bildung unter die normalen Zustände zu rechnen sei. Es ist ja nicht zu erwarten, dass alle Eier an einer und derselben pathologischen Veränderung leiden; die Vielgestaltigkeit selbst oft eines und desselben pathologischen Processes, wenigstens in der äusseren Form, in der Vertheilung ist ja allgemein bekannt. Um aber das Constante zu erkennen, bedarf es einer grösseren Zahl von Be-

obachtungen. Die Zahl der Abortiveier, die ich untersuchte, beträgt über 40, davon aber weitaus die Mehrzahl, über Dreiviertel, aus dem 2—5 Monate. Aus dem 1. Monate habe ich keine eigene Beobachtung, ich muss diese grosse Lücke aus der Literatur ergänzen; in der späteren Zeit ändert sich der Placentarbau nicht wesentlich, daher die geringere Zahl der untersuchten Placenten, die ich leicht hätte vermehren können. Das jüngste gut erhaltene Ei, welches ich zur Untersuchung erhielt, enthielt einen Embryo, ähnlich dem von Ecker auf Taf. XXVI, Fig. 12 *Icones physiologicae* abgebildeten, dessen Alter auf 6 Wochen angegeben wird. Zwei Eier waren noch jünger, etwa 4—5 Wochen alt, aber zerrissen und der Embryo verloren gegangen.

Ein weiteres Kriterium für das normale Verhalten der Eihäute und besonders der Placenta finde ich in der normalen Ausbildung des Embryo. Solche Fälle habe ich zunächst genau untersucht und sie liegen vorzugsweise der folgenden Schilderung zu Grunde.

Die Angaben in der Literatur über die Entwicklung der Placenta sind nicht sehr zahlreich, soweit sie auf selbständigen Forschungen in diesem Gebiet beruhen. Aus den eben erörterten Gründen hat man sich vielfach an die reife Placenta oder wenigstens an die späteren Stadien gehalten und aus ihnen die Entwicklung der früheren mehr theoretisch zu constuiren versucht. Alle diese Versuche, wie von Winckler, Ercolani und Turner, sind von der Idee beherrscht, dass die intervillösen Räume mütterliche Blutgefässe sind, ein Gedanke, der scheinbar ganz folgerichtig aus der Thatsache sich ergab, dass dieselben Blut enthalten oder vielmehr genauer, dass sie mit den mütterlichen Blutgefässen in Communication stehen. Denn auf den letzteren Nachweis, welcher durch die Untersuchungen von John Hunter und namentlich E. H. Weber geliefert schien, beschränkt sich das ganze Fundament dieser Lehre.

Während John Hunter sich begnügte, an einer in Verbindung mit dem Uterus gebliebenen injicirten Placenta nachzuweisen, dass auch die intervillösen Räume Injectionsmasse enthalten und dass letztere mit derjenigen in den Uteringefässen in directer Verbindung stehe, suchte E. H. Weber zu einer genaueren Vorstellung über die Beziehungen der Chorionzotten zu den Gefässwänden zu gelangen. Er wies darauf hin, dass manchmal in das Lumen kleinerer Randvenen Zotten eindringen; dieselben sollten noch dabei die innerste dünne Venenhaut vor sich hergetrieben haben, also von ihr überzogen sein. Ebenso stellte er auf der placentaren Fläche des Chorion eine gelbliche glatte, durchsichtige Membran dar, welche er ebenfalls als innerste Venenhaut auffasste. Er schloss aus

diesen beiden Thatsachen, dass auch sämmtliche grosse und kleine Zotten davon überzogen seien.

Die mikroskopische Untersuchung hat nun allerdings nach manchen entgegenstehenden Angaben fast ganz übereinstimmend dargethan, dass dieser Ueberzug der Zotten mit mütterlichem Gewebe nicht existire. Es trat in Folge dessen die Idee an die Stelle, dass die mütterlichen Gefässwände von den Zotten perforirt würden, letztere also frei in das Lumen jener hineinhängen. Der Nachweis dafür wurde freilich nicht durch die Entwicklungsgeschichte geliefert, sondern sollte erbracht werden durch Studien über den Bau der reifen Placenta. So geschah es von Winckler.[1] In etwas anderer Weise versuchte Ercolani,[2] ebenfalls fast ausschliesslich auf die Untersuchung der reifen Placenta gestützt, eine grössere Uebereinstimmung in unsere Kenntnisse von der Placenta des Menschen und anderer Säugethiere zu bringen. Bei letzteren, soweit sie hierauf untersucht sind, existiren solche colossalen intervillösen Räume nicht, sondern die Zotten dringen vollständig in die Uterinschleimhaut ein, in eigene, von mütterlichem Gewebe begrenzte Kanäle, welche erst durch das Einwachsen der Zotten entstehen; es entsteht so eine äusserst innige Verflechtung zwischen mütterlichem und fötalem Gewebe; das mütterliche Blut umspült nicht direct die Zotten, sondern ist von ihnen noch durch mütterliches Gewebe getrennt. Will man dies Schema auf die menschliche Placenta übertragen, so muss man annehmen, dass auch hier in den frühesten Stadien jede Zotte einen Ueberzug von mütterlichem Gewebe hat, welcher später schwindet. Also gerade in den frühesten Stadien müsste darnach die Verbindung zwischen mütterlichen und foetalen Eihäuten am innigsten sein, es müsste mehr mütterliches Gewebe sich vorfinden, als in späterer Zeit. Die Art, auf welche Ercolani diese Analogie herzustellen sucht, fordert die triftigsten Einwände heraus. Denn nach ihm bildet sich, nach Zugrundegehen des Epithels der Uterinschleimhaut, aus der bindegewebigen Grundlage derselben „ein neues Drüsenorgan“, welches die ganze Fläche des Chorions sammt seinen Zotten überzieht und mit seinem eigenen Secret, der Uterinmilch, versorgt. Unter diesem Drüsenorgan versteht Ercolani 1. die Serotina, 2. das Epithel der groben und feinen Chorionzotten, 3. das Gewebe auf der placentaren Fläche des Chorions, welches, wie wir später hören werden, aus einem der Decidua ähnlichen Gewebe und kanalisirtem Fibrin besteht (Winckler's Schlussplatte); die intervillösenRäume sind für ihn nur die erweiterten mütter-

[1] *Archiv für Gynäkologie.* IV, p. 238. 1872.

[2] *Delle glandolare otricolare dell' utero et dell' organs glandolare etc.* 1868. Das früher citirte Werk aus dem Jahre 1870. *Sulla parte che hanno glandole otricolari dell' utero nella formazione della porzione materna della placenta.* 1873.

lichen Blutcapillaren. Nach seinem Schema denkt er sich in den frühsten Stadien Chorion und seine Zotten von einer viel dickeren Lage mütterlichen Gewebes umgeben, als später; gerade durch den Schwund des letzteren entständen die colossalen Erweiterungen der mütterlichen Blutcapillaren. Die Kritik dieser Ansichten wird sich aus den mitzutheilenden Beobachtungen ergeben.[1]

Gehen wir nunmehr zu denjenigen Ansichten über, welche auf wirklicher Untersuchung beruhen, so habe ich eigentlich nur zwei Autoren anzuführen, Köllicker und Braxton Hicks. Der Arbeit von Kundrat und Engelmann[2] liegt beneidenswerthes Material zu Grunde aber leider haben dieselben der Placentarentwickelung nicht dieselbe Aufmerksamkeit geschenkt, wie dem übrigen Theil der Eihäute; indess sind auch so sehr viele brauchbare Angaben darin enthalten; allein der Hauptpunkt, die Bedeutung der intervillösen Räume, ist nach ihrem eigenen Geständniss ihnen unklar geblieben.

Nach Kölliker[3] ist in der ersten Zeit, ja noch bis in den zweiten Monat hinein die Verbindung zwischen mütterlichen und foetalen Eihäuten eine sehr lockere; erst im dritten beginnt sie fester zu werden; denn nunmehr wuchert die Uterinschleimhaut den Chorinzotten entgegen und umschliesst sie immer inniger. „Im dritten und vierten Monate ist die Vereinigung schon sehr innig geworden und geht um diese Zeit das Gewebe der Placenta uterina, reichlich wuchernd und weite dünnwandige Blutgefässe in grosser Zahl in sich entwickelnd, weit gegen das Chorion hin und kann selbst die Stämme der Zotten erreichen.“ Später jedoch hält das mütterliche Gewebe nicht gleichen Schritt im Wachsthume mit den Chorionzotten und schwindet bis auf die noch in der reifen Placenta vorhandenen spärlichen Septa und einer Schicht an dem Chorion (Decidua subchorialis von Kölliker, Schlussplatte von Winkler). Die Umwandlung der mütterlichen Capilleren zu den intervillösen Räumen soll dadurch entstehen, dass „die wuchernden Chorionzotten das mütterliche Placentargewebe von allen Seiten anfressen und theilweise zerstören, und so eine Eröffnung der Gefässe desselben herbeiführen, die naturgemäss zu einem allmählichen Eindringen des mütterlichen Blutes in die intervillösen Räume führen muss.“ Fast noch zusagender scheint Kölliker die Hypothese, dass zuerst alle Zotten von Scheiden mütterlichen Gewebes umgeben wären, welche vielleicht nur endotheliale Gefässröhrchen vor-

---

[1] Die Arbeiten von Hennig (*Studien über den Bau der menschl. Placenta* 1872), sowie von Blacher (*Archiv für Gynäkol.* X.) sind im Folgenden nicht berücksichtigt. Es war mir unmöglich, ein Verständniss derselben zu gewinnen.

[2] *Wiener med. Jahrb.* 1873, p. 135.

[3] a. a. O. p 374.

stellten, dass später diese Scheiden zu Grunde gingen. Allein dem steht im Wege, dass zu keiner Zeit solche Scheiden nachgewiesen sind, während die noch an der Placenta zu constatirende, zuerst von E. H. Weber festgestellte Thatsache von dem Einwachsen der Zotten in mütterliche Gefässe mehr für die erstere Erklärung spreche.

Diesen immer noch unbestimmten und schwankenden Angaben tritt nun Braxton Hicks[1] entgegen in einer Arbeit, welche in Deutschland bis jetzt wenig Beachtung gefunden hat. Dies mag z. Th. durch das Fehlen jeder mikroskopischen Untersuchung mit bedingt sein, zum grossen Theil wohl aber auch dadurch, dass er den im Ganzen schwächeren Abschnitt, in welchem er die Blutlosigkeit der intervillösen Räume beweisen will, sehr in den Vordergrund gerückt hat. Der Hauptwerth der Arbeit scheint mir in dem entwickelungsgeschichtlichen Theil zu liegen. Auf die nur mikroskopische, aber mit grosser Genauigkeit und Umsicht durchgeführte Untersuchung von 5 schwangeren Uteri aus dem 3—6 Monat, sowie mehrerer Abortiveier gestützt, enthält derselbe positive und unbestreitbare Beobachtungen, welche den bisher aufgestellten Ansichten von der Bedeutung der intervillösen Räume und der Entwickelung der Placenta ganz entschieden widersprechen.

Da die Arbeit wenig bekannt ist und in den Jahresberichten gerade der entwickelungsgeschichtliche Theil gar keine Berücksichtigung gefunden hat, so gehe ich etwas näher auf dieselbe ein.

Zunächst sucht Braxton Hicks die Beweise zu erschüttern, auf denen die ältere Ansicht von dem Blutgehalt der intervillösen Räume beruht. In der That lassen dieselben, wie jeder Unbefangene zugeben muss, einigen Zweifel. Sie stützen sich alle auf die Untersuchung der ausgetragenen Placenta, auf die Möglichkeit der Injection der intervillösen Räume von den mütterlichen Blutgefässen aus, den Arterien sowohl wie den Venen. Dass dabei, falls die Gefässlumina von den intervillösen Räumen nur durch eine ganz dünne und zarte Membran getrennt sind — wie das nach Braxton Hicks der Fall ist — sehr leicht Extravosate entstehen können, ist begreiflich. Ob nun ihm der Gegenbeweis geglückt ist, werden wir später sehen. Hauptsächlich aber sucht er auf Grund der Entwicklungsgeschichte nachzuweisen, dass zu keiner Zeit der Placentarbildung die Bedingungen für die Entstehung der intervillösen Räume aus den mütterlichen Blutgefässen gegeben sind. Das ist ein Punkt, der bisher von fast sämmtlichen Forschern übersehen worden ist.

Nach Braxton Hicks verhalten sich die Eihäute in der 6. Woche

[1] *Obstetricial Transactions.* XIV, p. 149. 1873.

in folgender sehr einfacher Weise. Die von den Deciduä, der Serotina und Reflexa gebildete Höhle wird von dem Ei eingenommen, dessen ganze Oberfläche Zotten trägt, die an der späteren Placentarstelle nur etwas länger und stärker entwickelt sind, als an dem späteren Chorion laeve. Diese sind nur an ihren etwas kolbig anschwellenden Enden, vermittelst etwas plastischen Materials, hauptsächlich aber in Folge der starken Wucherung der Decidualzellen an den Deciduä festgeheftet. Nirgends ist eine Spur von einem innigen Durchwachsen der mütterlichen und fötalen Gewebe, wie es nach der bisherigen Theorie in früheren Stadien vorkommen müsste; die Zotten sind nur an ihrer Spitze von den Decidualzellen umwuchert, nirgends aber erstrecken sich letztere längs der Zotte weiter nach dem Chorion. Auch an den Innenflächen der mütterlichen Eihäute, die nichts anderes darstellen als die Oberfläche der Uterinschleimhaut, sieht man keine Spuren von solchen tiefgreifenden Veränderungen, sie sind glatt. Die Zotten selbst sind im Uebrigen völlig frei, untereinander nicht fest verbunden, und nach Loslösung ihrer Spitze flottiren sie frei und ungehindert in Wasser. Von einem Unterschied im Bau an der späteren Placentarstelle gegenüber der Partie des Chorion laeve ist nichts zu sehen; die Spalte zwischen Chorion laeve und Reflexa communicirt in weiter Ausdehnung mit dem Raum, der von den stärker entwickelten Chorionzotten eingenommen wird. Letzterer entspricht also nicht dem Lumen von mütterlichen Blutgefässen, sondern mehr einem Theil der Uterinhöhle, der durch die Ueberwucherung der Reflexa nach aussen abgeschlossen ist.

Dieser Bau bleibt nun auch in späteren Zeiten unverändert; selbst noch im 7. Monat sollen die Spalten zwischen Chorion laeve und Reflexa mit den intervillösen Räumen frei communiciren, niemals lassen sich Spuren von einer innigeren Durchflechtung der fötalen und mütterlichen Bestandtheile der Placenta nachweisen.

---

1. Die Placenta in der ersten Hälfte der Schwangerschaft.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen stimmen in vielen und gerade in sehr wesentlichen Punkten mit den Ansichten von Braxton Hicks überein. Namentlich finde ich ebenfalls, dass die Verbindung zwischen mütterlichen und fötalen Eihäuten im Anfang eine sehr lockere ist und später immer fester wird, dass ein Einwachsen der Chorionzotten in das mütterliche Gewebe nur in sehr beschränkter Weise, nur an der

der Spitze der Chorinzotten erfolgt und nie in der Ausdehnung, wie es nach der bisherigen Anschauung über Bau und Entwicklung der Placenta allgemein erfordert wird.

Leider sind die Beobachtungen über den ersten Monat sehr lückenhaft; die Eier dieses Stadiums kommen sehr selten zur Untersuchung und es hat daher mehr der Embryo als die Eihäute die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich gezogen. Indess findet sich wenigstens keine Angabe, dass vom Auftreten der Zotten an der Zusammenhang mit den mütterlichen Eihäuten ein wesentlich anderer sei, als nach der vierten Woche. Ich sagte, vom Auftreten der Zotten an. Ich muss dabei allerdings von dem Reichert'schen Ei absehen, welches noch ohne Embryoentwickelung schon feine Zöttchen an seiner Oberfläche hatte, die in die Uterindrüsen eingedrungen waren.

Von der vierten Woche an finden wir mütterliche und fötale Eihäute in folgender Weise verbunden. Zwischen Chorion einerseits, Serotina und Reflexa andererseits findet sich eine grosse Spalte, welche an der späteren Placentarstelle, der Serotina gegenüber etwas breiter erscheint, als an der Reflexa; aber eine Abgrenzung derselben in zwei Räume existirt nicht. Der Serotina gegenüber ist die noch überall mit Epithel bedeckte Oberfläche des Chorions nirgends in directer Berührung mit den mütterlichen Eihäuten, sondern nur vermittelst der Zotten; letztere hier stärker entwickelt, weil sie leichtere und bessere Ernährung finden, adhäriren an der Serotina nur vermittelst der Spitzen; diese Verbindung ist aber nicht fest, sie löst sich leicht und bei dem Ausstossen des Eis in der Regel in der Weise, dass die grosse Masse der Serotina im Uterus zurückbleibt und nur wenige kleine Stückchen derselben von kugliger Gestalt an der Zottenspitze haften. Fester ist die Verbindung zwischen den Zotten und der Reflexa; denn erstere liegen mit grösserer Fläche an letzterer an und sind in deren Gewebe wenigstens oberflächlich eingebettet. Die Oberfläche der mütterlichen Eihäute ist glatt, und schon die mikroskopische Beobachtung lässt keinen Zweifel darüber, dass ein tiefes gegenseitiges Durchwachsen der mütterlichen und fötalen Eihäute gerade an der Placentarstelle mit der grössten Sicherheit auszuschliessen ist.

Dies widerspricht allerdings den Angaben Ercolani's (in dem Werke aus dem Jahre 1870, S. 43). Derselbe hat bei Abortiveiern von $1^1/_2$—$2^1/_2$ Monaten constant die Chorionzotten völlig in die Zellen der Serotina eingebettet gefunden, eine für ihn ausserordentlich wichtige Thatsache. Sehr wahrscheinlich ist aber unter der Zellschicht, soweit sie die Zotten bekleidet, nur das Chorionepithel verstanden, welches auch in den späteren Stadien der Placentarentwicklung von ihm als der Serotina angehörig betrachtet wird.

Es ist namentlich die auch von Braxton Hicks hervorgehobene Thatsache von der grössten Wichtigkeit, das Vorhandensein einer einzigen grossen Spalte zwischen mütterlichem und fötalem Gewebe, welche an der Placentarstelle sich nur einfach erweitert, ohne dass eine Abgrenzung derselben gegenüber der Spalte zwischen Chorion und Reflexa existirt. Die Entwicklung der Reflexa, die wir zur Zeit wohl als festgestellt ansehen können, gibt uns sofort Aufschluss über die Bedeutung dieser Spalte. Da die Reflexa noch im ersten Monat Drüsen mit Epithel enthält, welche sowohl auf ihrer äusseren Oberfläche, wie auch dem Chorion gegenüber offen ausmünden (Kundrat und Engelmann), so kann sie nur einen Schleimhautwulst darstellen, welcher das Ei umwuchert, und die Höhle, in welcher das letztere liegt, gegen die Uterinhöhle hin abschliesst. Die Spalte zwischen Reflexa und Chorion hat also, bevor die erstere an dem freien Eipol zum Schluss gelangte, mit der Uterinhöhle communicirt; sie ist nur ein „abgeschnürter" Theil derselben. Es ist dies eine für unsere Betrachtung fundamentale Thatsache und desshalb sei es gestattet, noch etwas bei ihr zu verweilen.

Ein exakter Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung würde dann gegeben sein, wenn es gelänge, neben dem Epithel des Chorions und der Chorionzotten, welches bis in die 7. Woche noch überall mit Leichtigkeit nachzuweisen ist, auch noch auf der gegenüberliegenden Fläche der mütterlichen Eihäute, die ja demnach der freien Oberfläche der Uterinschleimhaut entspricht, noch das Epithel der letzteren nachzuweisen. Dies ist bis jetzt nicht in wünschenswerth strenger Weise geschehen. Reichert konnte an dem erwähnten Ei von 14 Tagen noch auf der ganzen Schleimhaut des Uterus, soweit sie mit dem Ei in Berührung sich befand, die gleiche Bekleidung mit kurzen Cylinderzellen nachweisen, welche auch die Oberfläche der Vera bedeckte. Allein dies Ei stammt aus so früher Periode, dass man nicht ohne Weiteres die Beobachtungen an ihm mit denen der späteren Perioden in Analogie bringen kann. War doch noch kein Embryo, folglich keine Allantois gebildet; das Wesentlichste des späteren Chorions fehlte also noch. Die Beobachtungen der frühesten Stadien, welche hier herangezogen werden können, stammen von Kundrat und Engelmann. Sie fanden in der 3. und 4. Woche keine continuirliche Uterinepithellage, sondern nur „abgestossene Epithelien" von nicht näher beschriebener Form, welche mit etwas „Schleim" die Zotten an der Serotina festhefteten. Der exacte Beweis, wie ich ihn oben verlangt habe, kann also noch nicht geliefert werden. Als Beweismittel für die obige Auffassung kann aber noch mit vollem Recht die Thatsache angeführt werden, dass die nach dem Ei hingewandten Oberflächen der beiden

mütterlichen Eihäute, der Reflexa und Serotina, ganz ein und dasselbe Aussehen darbieten, sie sind nicht glatt, sondern uneben, mit spitz zulaufenden verschieden hohen Hervorragungen versehen, die wieder grubige Eindrücke zeigen, allein diese Hervorragungen sind nicht bedeutend, an ihnen haften die Zotten nur mit ihrer Spitze ganz oberflächlich; nur wenige dringen in die obere Schicht ein oder sind vielmehr von ihr umwuchert; selten dringen sie in die offenen Mündungen der Uterindrüsen ein (Kundrat und Engelmann, 151).

Müssen wir uns vorläufig mit diesen wenigen Thatsachen begnügen, so sind wir auf der andern Seite gezwungen, um so sorgfältiger nachzuweisen, dass wirklich, wie oben behauptet, die Spalte an der Placentarstelle mit der Spalte zwischen Chorion laeve und Reflexa weit communicirt, und dass an der Oberfläche der fötalen und mütterlichen Gewebe überall sich das gleiche Verhalten zeigt. Was nun die Communication anlangt, so glaube ich, dass schon die makroskopische Beobachtung bei sorgfältiger Präparation genügt, um dieselbe festzustellen, und meines Wissens liegt keine Angabe vor, welche irgendwie in entgegengesetztem Sinne aufgefasst werden könnte. Übrigens zeigt auch die mikroskopische Untersuchung an Durchschnitten durch den Placentarrand im 3. Monate noch ganz das Gleiche. Allerdings kann ich nicht soweit gehen wie Braxton Hicks, welcher diese Communication bis in den 9. Monat bestehen lässt. Dies ist schon desshalb nicht zulässig, weil zwischen Chorion laeve und Reflexa die Spalte schon am Ende des 4. Monats fast völlig verschwunden ist.

Bevor ich die Art bespreche, wie mütterliches nnd fötales Gewebe in gegenseitige Verbindung treten, will ich einen kurzen Ueberblick über den Zustand der Eihäute in der Mitte des 2. Monats vorausschicken, wie derselbe sich nach den in den voranstehenden Blättern mitgetheilten Untersuchungen nunmehr darstellt.

An dem Chorion kann man neben dem eigentlichen fibrillären Stroma, in welchem die grösseren Gefässe verlaufen, eine oberflächliche dünne Schicht unterscheiden mit mehr homogener oder feinkörniger Grundsubstanz und einem sehr dichten Capillarnetz, abgeschlossen nach aussen von einer sehr feinen Basalmembran; diese Gefässschicht findet sich auf der ganzen Oberfläche des Chorion frondosum und laeve bis an das Ende des 2. Monats, von da bis zu dem 4. nur am Chorion frondosum. Die Zotten sind an der Placentarstelle schon mächtig entwickelt und erreichen eine Länge bis $1^1/_2$ ^{cm}; ihre Form ist unregelmässig, schmale Stellen und Anschwellungen wechseln ab; namentlich finden sich letztere an den Enden und den Theilungsstellen. Am Chorion laeve sind sie sparsamer und wenig verästelt, in Folge dessen liegen sie mehr platt auf dem

Chorion auf, oder gehen schräg durch die schmale Spalte nach der Reflexa hinüber. An der ganzen Oberfläche findet sich das Chorionepithel, mit einer grossen Menge von Fortsätzen, in welchen vielfach kleine Ansammlungen von undeutlich kanalisirtem Gewebe sich finden. Die Oberfläche der Serotina und Reflexa ist leicht uneben, mit flachen Höckern versehen; an diesen, wie an den zwischenliegenden Vertiefungen adhäriren die Zotten des Chorion frondosum nur mit der Spitze, die des Chorion laeve in grösserer Ausdehnung, mit ganzen Flächen. Die wichtigste Frage, welche sich hier sofort aufdrängt, berührt die Art und Weise dieser Verbindung. Ich habe dieselbe, soweit sie die Zotten betrifft, früher (*Archiv für Gynäkologie, I.*) geschildert, allerdings nur auf die Untersuchung von Placenten aus der 16. bis 20. Woche gestützt. Meine neueren Untersuchungen haben mir gleiche Resultate auch für die frühesten Stadien und für die Zotten des Chorion laeve ergeben. Es werden auch hier die Zotten unter Verlust ihres Epithels von dem Deciduagewebe umwuchert. Der Zusammenhang, der auf diese Weise zwischen letzterem und Zottenstroma erzeugt wird, ist zunächst nur sehr locker; bis in die Mitte der Schwangerschaft kann man ihn bei Präparation unter dem einfachen Mikroskop trennen; allein er ist auch selbst in diesen frühesten Stadien fester, als innerhalb der obersten Schichten der Decidua selbst. Es wird daher — wenn die Serotina zurückbleibt, wie das ja im 2—3. Monat meist der Fall ist — doch immer etwas mütterliches Gewebe mit losgerissen, welches in eigenthümlicher Weise an den Zotten festhaftet. Diese kleinen losgerissenen Stückchen sind für uns insofern von Bedeutung, als sie die einzigen Zeichen eines gegenseitigen Durchwachsens von mütterlichem und fötalem Gewebe sind und verlangen daher eine besondre Schilderung (Fig. 9 *d*).

Es bilden dieselben kleine Knötchen bis 1^{m} Durchmesser, welche durch ihre weisse Farbe und trübe Beschaffenheit von den mehr transparenten Anschwellungen der Zotten selbst sehr deutlich sich auszeichnen. Ihre Gestalt kann wechseln, viele sind kuglig und sitzen in der Concavität einer rundlichen oder gelappten, löffelförmigen Endausbreitung einer Zotte; andre bilden eine kappenförmige Umhüllung der Zotten, haben also eine convex-concave Form, mit der Concavität nach dem gewölbten Zottenende hingewandt; oder sie sind mehr kegelförmig, mit der breiten Basis auf dem abgeflachten Zottenende aufsitzend; sehr selten sieht man von diesen endständigen Knoten längere scheidenartige Fortsätze auf den angrenzenden Theil der Zotte übergehen und denselben eine Strecke weit, allmählich immer dünner werdend, überziehen.

Sie bestehen aus dem Gewebe der Decidua, grosse, runde, polyedrisch-

längliche, spindel- und sternförmige Zellen, meist etwas abgeplattet, durch ihre Grösse leicht von dem beigemischten fötalen Gewebe zu unterscheiden; denn ihr Kern hat einen 3—5fach grösseren Durchmesser als die Kerne des Zottenepithels; sie liegen meist ohne jede Intercellularsubstanz dicht zusammen; der ganze Bau ist daher sehr locker und die einzelnen Zellen leicht zu isoliren. In grösseren Knoten findet sich dann und wann wenig homogene Grundsubstanz, ein Beweis, dass wir es hier nicht mit einem epithelialen Gewebe zu thun haben. Ihr Verhalten zu den Zotten ist ein verschiedenes; bald ist das Epithel der letzteren noch vorhanden und liegt direct auf der Membrana propria auf, wie z. B. noch in der concaven Fläche einer löffelförmigen Endausbreitung einer Zotte; das Zottenstroma wird also durch dasselbe von dem grosszelligen Gewebe getrennt; beide Gewebe, fötales und mütterliches, sind also nur einander angelagert; indess wird die gegenseitige Verklebung beider befestigt durch ausserordentlich zahlreiche epitheliale Fortsätze, welche in den Knoten hereingehen und mit dem mütterlichen Gewebe auf das innigste verflochten sind. In andern Fällen fehlt das Epithel; das grosszellige Gewebe liegt direct auf der Basalmembran und umgreift die Zotte vorzugsweise mit Spindelzellen, welche quer über dieselbe herüberverlaufen. In einer dritten Reihe von Fällen — und diese bietet, wie wir später sehen werden, ein ganz besondres Interesse dar — ist das Zottenepithel abgehoben und der Zwischenraum zwischen ihm und dem Stroma wird von dem grosszelligen Gewebe eingenommen, letzteres berührt also ebenfalls die Basalmembran mit einer Lage von meist cylindrischen Zellen, die etwa so hoch wie breit sind und wie ein Cylinderepithel auf jener fest aufsitzen, ja zurückbleiben, wenn die übrige Masse abgehoben wird; ihre Grösse, ihr Aussehen, Beschaffenheit des Protoplasmas u. s. w. ist jedoch dem der übrigen Zellen völlig gleich. Das abgehobene Zottenepithel überzieht den ganzen Knoten von Decidualgewebe fast vollständig in Form einer dünnen Lamelle mit weit von einander abstehenden Kernen, meist mit Ausnahme einer grösseren oder kleineren der Zottenspitze gegenüber gelegenen Stelle, wo offenbar das grosszellige Gewebe mit dem Decidualgewebe zusammenhing. In manchen Fällen ist jedoch der epitheliale Ueberzug continuirlich und also das eingeschlossene grosszellige Gewebe völlig von der Decidua getrennt.

Wir sehen also hier die Thatsache auftreten, dass das Decidualgewebe das Chorionepithel durchbohrt und zwischen ihm und Zottenstroma weiter wuchert; das Epithel selbst breitet sich nun auf der Oberfläche des mütterlichen Gewebes aus und kann dasselbe völlig gegen den Mutterboden hin abgrenzen. So bilden sich insuläre Knoten mütterlichen Gewebes, völlig von fötalem eingeschlossen. Die Beschaffenheit

der Zellen, das Vorhandensein dieser Knoten grade an der Spitze der Zotten, also in der Nähe der Serotina lassen wohl über die Auffassung des grosszelligen Gewebes als mütterliches keinen Zweifel aufkommen.

Uebrigens zeigen auch die nicht mit Epithelialüberzug versehenen Knoten ihrem Mutterboden gegenüber eine gewisse Selbständigkeit; viele derselben mögen fast ganz oder gar schon vor dem Stattfinden des Aborts sich von dem Mutterboden losgelöst haben; das ergiebt sich aus ihrer meist glatten Oberfläche, an welcher nirgends die Unebenheiten einer Rissfläche zu erkennen sind.

Und noch weitere Zeichen von einem — ich kann eigentlich nicht sagen — Durchwachsen von mütterlichem und fötalem Gewebe, sondern mehr von einem Einwachsen des mütterlichen Gewebes in die Placenta fötalis hinein, liegen darin, dass solche insuläre Knoten mütterlichen Gewebes auch in der Tiefe der Placenta, ja selbst an der Oberfläche des Chorions vorkommen. Die Zusammensetzung, das Verhalten zu den fötalen Bestandtheilen sind den oben beschriebenen Verhältnissen gleich; nur habe ich hinzuzufügen, dass die in der Tiefe der Placenta, in ihrer Zottenmasse sitzenden nicht nur an einer Zotte haften, sondern mit einer grösseren Anzahl derselben zusammenhängen. Vier bis acht der letzteren, von verschiedenen Zottenstämmen ausgehend, treten zu dem Knoten hin, um in ihm ihre Spitzen zu verbergen; die Zottenstämme selbst stehen in keiner Beziehung zu ihnen. Das Epithel der Zotten ist ganz ausserordentlich reich an Fortsätzen, welche im grosszelligen Gewebe ganz verborgen sind. Einen Ueberzug von Epithel habe ich an diesen Knoten nicht gesehen.

Das Vorhandensein von Knoten von entschieden mütterlichem Gewebe mitten in der Placenta fötalis lässt sich auf zwei Weisen erklären Diejenigen, welche mit den Zotten selbst verwachsen sind und nicht auf dem Chorion aufliegen, sind, als sie noch mit der Serotina zusammenhingen, mit den Zottenspitzen in Verbindung getreten, wurden aber durch das stärkere Wachsthum benachbarter Zotten von ihrem Mutterboden abgedrängt, da der Zusammenhang mit letzterem nicht so fest war, als mit den Zotten. Es ist dies also derselbe Vorgang, welcher während des Abortes selbst sich wiederholt.

Einer andern Erklärung bedürfen aber die am Chorion selbst befindlichen Knoten. Hier müsste man entweder annehmen, dass sie aus der frühesten Zeit stammen, wo vor Entwicklung der Zotten die äussere Fläche des Chorions direct an den mütterlichen Eihäuten anliegt, oder man müsste an eine active Wanderung derselben denken, welche letztere natürlich auch die Knoten zwischen den Zotten erklären würde. Die Zeit, in welcher diese Knoten auftreten, giebt über diese Fragen

einigermassen Aufschluss. Ich finde sie fast in allen Abortiveiern der vom 2—4. Monate, in den jüngsten Stadien, der 5. und 6. Woche, allerdings nicht so reichlich wie in der 8—12. Woche. Der Zusammenhang zwischen mütterlichem und fötalem Gewebe wird erst im Laufe der Zeit etwas fester. Nach dem 4. Monate sind sie natürlich auch noch vorhanden, jedoch wegen der festeren Beschaffenheit der Placenta nicht mehr so leicht der makroskopischen Präparation zugänglich. Vorher aber sind sie sehr leicht zu erkennen, da vielfach die Serotina im Uterus zurückgeblieben ist und die Zotten frei liegen. Es schien mir, als ob je jünger das Ei, die Knötchen mehr auf die Enden der Zotten beschränkt seien und mit dem zunehmenden Alter in der Tiefe und am Chorion reichlicher würden; jedoch ist dies etwas schwer mit Sicherheit zu entscheiden, da die tieferen in allen Stadien schwerer nachzuweisen sind. Es würde dies aber nicht dafür sprechen, dass die am Chorion befindlichen aus den ersten Zeiten herstammen; eine active Wanderung wird dadurch wahrscheinlicher.

Ein weiteres Zeichen von dem gegenseitigen Durchwachsen der beiden Bestandtheile der Placenta konnte ich nicht auffinden; die subepithelialen Zellinseln wahrscheinlich mütterlichen Ursprungs, die sich am Chorion laeve (s. unten) finden, habe ich am Chorion frondosum nicht auffinden können. Allerdings sieht man vielfach an Abortiveiern, die in chromsaurem Kali erhärtet sind, zwischen den Zotten dünne Membranen von netzartiger Anordnung mit einzelnen Maschen oder Fächern, in welchen die Zotten liegen. Diese Membranen haben aber einen sehr deutlichen reticulären Bau, sehen vollständig aus wie Fibringerinnsel und sind offenbar auch nur als solche aufzufassen. Eine Verbindung derselben mit der Serotina habe ich nie gesehen, namentlich auch nicht an Schnitten, welche Serotina und benachbarte Zotten umfassten; sie lösen sich von genannter Membran ausserordentlich leicht ab. Ich komme darauf bei Gelegenheit des Inhalts der intervillösen Räume noch einmal zu sprechen.

Die der obigen Schilderung entgegenstehenden Angaben von inniger gegenseitiger Durchwachsung der mütterlichen und fötalen Gewebe kann ich also nicht als genügend begründet betrachten. Kölliker verlegt diesen Process in den dritten und vierten Monat, während vorher die Verbindung eine sehr lockere sei. Auch dem kann ich nicht beitreten. Grade von dieser Periode habe ich zahlreiche Eier sorgfältig untersucht und von dem gegenseitigen Durchwachsen nie eine andre Spur gefunden, als die beschriebenen kleinen insulären Knoten mütterlichen Gewebes innerhalb der Zottenmasse des Chorion. Wenn eine solche Durchwachsung stattfindet, dann muss sie in die ersten sechs Wochen fallen. Ueber die

letzteren sind die Beobachtungen noch zu lückenhaft, um einen völlig sicheren Schluss zu gestatten. Immerhin ist es auch für diese Periode, wie oben auseinandergesetzt, sehr unwahrscheinlich, wie dies ja auch grade daraus hervorgeht, dass Kölliker sich gezwungen sieht, den ganzen Process in eine spätere Periode zu verlegen. Fände ein solches Durchwachsen statt, so müsste schon bis zur sechsten Woche das zwischen den Zotten befindliche mütterliche Gewebe wieder geschwunden sein bis auf die genannten insulären Knoten. Letztere aber in dieser Weise aufzufassen, erscheint mir sehr gezwungen. Was ich oben über das Zeitliche ihres Auftretens gesagt habe, lässt eher schliessen, dass wir es in ihnen mit einem fortschreitenden Process und nicht mit den Resten eines abgeschlossenen zu thun haben. Und auch die späteren Stadien der Placentarentwicklung lassen keinen Zweifel darüber, dass in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft diese Inseln mütterlichen Gewebes nicht rareficiren, sondern noch weiter wachsen.

Wir haben in dieser Periode, also in der zweiten Hälfte des zweiten Monats auf der einen Seite Chorion und Zotten, mit fast continuirlichem epithelialem Ueberzug, auf der andern die leicht unebene Serotina, an welcher die Zottenspitzen festhaften; innerhalb der Zottenmasse, sowie auf der Oberfläche des Chorions finden sich Inseln mütterlichen Gewebes, völlig von der Serotina losgelöst; nur an den beschränkten Stellen, wo Zotten und Serotina in Verbindung sind, fehlt in der Regel das Chorionepithel.

In dieser höchst einfachen Form erhalten sich die Verhältnisse bis in die Mitte der Schwangerschaft an der Placentarstelle. An Chorion laeve und Reflexa erfolgt dagegen im 3. und 4. Monat ein dichtes Aneinanderlegen, ein „Verwachsen“ beider Membranen, so dass die früher auch hier vorhandene Spalte schwindet. Die weitere Folge davon ist der völlige Abschluss des Placentarraumes und damit auch der Abschluss der definitiven Bildung der Placenta selbst. In jener Placenta der 14. Woche, die ich in Verbindung mit dem Uterus erhielt und bei der ich bei völlig guter Ausbildung des Fötus auf eine normale Function und also auch auf einen normalen Bau schliessen kann,[1] waren die Verhältnisse noch überall ganz dieselben, wie ich mich an einer grossen Reihe von vollständigen, durch die ganze Placenta durchgeführten Dickenschnitten überzeugt habe. Es war hier derselbe Bau vorhanden, wie ich ihn auf Grund von etwas schwierigeren und zugleich weniger sicheren Untersuchungen für die Placenta der 7—8. Woche geschildert habe.

[1] Die Mutter war rasch in Folge der Perforation eines tuberkulösen Harnblasengeschwürs zu Grunde gegangen.

Ich hebe dies besonders hervor, weil ja den Untersuchungen an den Abortiveiern der früheren Periode der Vorwurf gemacht werden könnte, dass bei der fast constant stattfindenden völligen Loslösung der Serotina von der Zottenmasse mütterliches Gewebe mit weggerissen sein könnte, welches sich zwischen den Zotten vorfinde. Indess habe ich auch aus dieser Periode mehrere Eier mit durchaus gut erhaltener, nur zum Theil losgelöster Serotina zur Verfügung gehabt und immer das gleiche Resultat erhalten.

Durch diese Anschauungen wird nun ferner — und ich möchte darin ebenfalls eine weitere Bestätigung für sie finden — die normale Placenta mit der bei Graviditas tubaria gebildeten in Uebereinstimmung gebracht. Ich habe für die letztere (7—8. Woche) den Nachweis geführt,[1] dass auch hier von einem Ein- und Durchwachsen der mütterlichen und fötalen Gewebe nicht die Rede sein kann, dass die Zotten nur an ihrer Spitze mit ersterem in Verbindung treten. Es ist diese Angabe von Leopold[2] für den dritten Monat bestätigt worden, in welchem er die Zotten nur etwas tiefer in die Tubarwand eindringen sah. In dem von mir untersuchten Falle war der Zustand der Eihäute, wenn man von der geringen Dicke der Serotina und von dem Fehlen der Reflexa absieht, völlig derselbe, wie bei Entwicklung des Eis im Uterus; Form und Bau der Zotten, des Chorions, seiner Gefässschicht waren ganz die gleichen, nur die Knoten mütterlichen Gewebes waren entsprechend der mangelhaften Decidualentwicklung sehr spärlich; an dem Chorion selbst fehlten sie vollständig, dagegen fanden sich am Chorion laeve die später (bei „Chorion laeve und Reflexa") zu besprechenden subepithelialen flachen Zellinseln.

Am Ende dieser Periode, in der Mitte der Schwangerschaft, ist nun die Placenta in ihren wesentlichen Theilen völlig entwickelt; daran wird wohl Niemand zweifeln. Wenn aber die entwicklungsgeschichtliche Bedeutung der intervillösen Räume die oben erörterte ist, dann wird wohl Jeder sofort den Schluss ziehen: also enthalten sie kein Blut und stehen in keiner Communication mit den mütterlichen Blutgefässen. Diesen Folgerungen habe ich selbst für die Graviditas tubaria unbedenklich mich angeschlossen, muss aber nunmehr auf Grund einer möglichst vorurtheilsfreien Prüfung dieses Gegenstands dieselben als — falsch bezeichnen.

---

[1] *Archiv für Gynäkologie* IX, 337.

[2] Dasselbe. X. Heft 2.

2. Blutgehalt der intervillösen Räume und Zusammenhang derselben mit den mütterlichen Blutgefässen.

Der Erste, welcher der allgemeinen Ansicht vom Blutgehalt der intervillösen Räume entgegentrat, ist meines Wissens Klebs. Bei Beschreibung eines Hämatoms der Placenta,[1] sowie in einer späteren ebenfalls nur sehr kurzen Bemerkung[2] erhebt er Bedenken gegen dieselbe und spricht sich weiter dahin aus, dass die Chorionzotten in Lymphräumen eingelagert sind. Der letzteren Ansicht kann ich nun ebensowenig wie der älteren Anschauung beistimmen. Denn gegen beide lassen sich ganz die gleichen Gründe anführen; auch die Klebs'sche Ansicht setzt ein gegenseitiges Durchwachsen der mütterlichen und fötalen Gewebe in den früheren Entwicklungsstadien voraus, wie es eben nach allen obigen Auseinandersetzungen nicht wahrscheinlich ist. Die Lymphspalten schliesslich, welche nach Klebs in der Decidua vorkommen, sind nach unsren jetzigen Kenntnissen unschwer als die erweiterten blinden Enden der Drüsen zu deuten: sie nehmen die oberflächliche Schicht des mütterlichen Placentartheiles ein, bilden schmale, der Oberfläche parallele Spalträume mit dünnen gefässhaltigen und aus Decidualgewebe bestehenden Scheidewänden, und enthalten eine farblose Masse mit grossen lymphoiden Zellen, wahrscheinlich von flüssiger Consistenz.

Beiläufig will ich hier bemerken, dass ich in der Decidua serotina und vera niemals Kanäle gesehen habe, die sich als Lymphgefässe deuten liessen, sowohl in der oberen Grosszellenschicht, wie in der tieferen Drüsenschicht. Indessen möchte ich daraus nicht ohne Weiteres den Schluss ziehen, dass dieselben fehlen; denn ich konnte für diese Untersuchungen nur die beiden erwähnten schwangeren Uteri verwenden mit natürlicher Injection; dies reicht aber nicht für Erkennung der Lymphgefässe aus, hier kann nur künstliche Injection entscheiden. Immerhin ist es auffallend, dass es mir auch beim Auseinanderzupfen des Gewebes niemals gelang, nur lymphgefässähnliche Spalten nachzuweisen. Eine so bedeutende Entwicklung, eine solche Erweiterung wie die Blutgefässe, haben dieselben jedenfalls nicht erfahren.

Nach Klebs hat besonders Braxton Hicks den Blutgehalt der intervillösen Räume auf das Lebhafteste bestritten. Es lässt sich aber nicht bezweifeln, dass grade dieser Abschnitt seiner Abhandlung nicht

[1] *Monatsschrift für Geburtskunde* 1865. 26, 273.

[2] *Patholog. Anatomie* I, 929.

sehr befriedigt; denn die Beweisführung ist gar mannichfachen wohlberechtigten Einwürfen ausgesetzt. Hier macht sich vorzugsweise das Fehlen jeder mikroskopischen Untersuchung geltend. Braxton Hicks beschränkt sich auf makroskopische Präparation der reifen Nachgeburt. Ist aber eine Placenta, die den Uteruscontractionen ausgesetzt war, geeignet, hierüber Aufschluss zu geben? Ich möchte dies sehr bezweifeln. In gleicher Weise könnte ein Chemiker eine ausgepresste Citrone benutzen, um den Wassergehalt der frischen Frucht zu bestimmen. Und dazu die grobe makroskopische Präparation, das Bloslegen der intervillösen Räume durch Ablösen der Serotina oder des Chorions! Wie viel Gefässe müssen dabei verletzt werden! Findet sich dann Blut an der fraglichen Oertlichkeit, dann kann jeder Gegner der bisherigen Ansicht dasselbe von diesen Verletzungen herleiten; dazu kommen noch die zahlreichen Verletzungen der Serotina während der Geburt, welche ein Eindringen oder ein Eingepresstwerden des Blutes nothwendig zur Folge haben; ja Braxton Hicks findet, dass die Menge des Blutes der Ausdehnung der Verletzungen entspreche. Die letzteren Einwände fallen allerdings weg bei der Untersuchung der Placenta, die noch mit dem Uterus in Verbindung ist, und Braxton Hicks legt auf diese mit Recht den höchsten Werth. Allein es fallen doch nicht alle weg, und immer ist zu bedenken, wie jeder Histologe weiss, dass der Blutgehalt der einzelnen Organe in der Leiche ganz ausserordentlich schwankt und durchaus keinen sicheren Schluss auf die Verhältnisse während des Lebens zulässt. Daher erscheint mir für diese Frage der Satz, dass eine negative Beobachtung viele positive aufwiege, durchaus keine Anwendung finden zu dürfen. Im Gegentheil wird man einer nach zuverlässiger Methode gewonnenen Beobachtung über wirklichen Blutgehalt der Placenta weit grösseren Werth beilegen dürfen, als vielen entgegengesetzten. Indess will ich nicht sagen, dass die Frage damit entschieden sei; man darf sich nicht mit diesem Nachweis begnügen; man muss auch den Zusammenhang der intervillösen Räume mit den mütterlichen Blutgefässen nachweisen; und in 3. Linie steht die Forderung — die nach den früheren Auseinandersetzungen sehr berechtigt ist —, zu erklären, auf welche Weise derselbe entsteht.

Mir scheint nun, dass ein exacter Beweis für oder gegen den Blutgehalt der intervillösen Räume nur geführt werden kann durch die mikroskopische Untersuchung von passend gehärteten Placenten. Einlegen in chromsaures Kali und nachträgliche Erhärtung in Spiritus sind zur Zeit wohl die besten Mittel und durchaus ausreichend; ich möchte sie dem von Kölliker (S. 351) empfohlenen sofortigen Einlegen in Alkohol vorziehen; die Blutkörper gehen dabei bekanntlich nicht zu

Grunde, sondern sind, allerdings verändert, aber sehr leicht zu erkennen. Placenten, die in Verbindung mit dem Uterus sich finden, verdienen den Vorzug. Von solchen habe ich, wie erwähnt, drei untersuchen können, eine aus der 14. Woche, eine zweite aus der 30—31. Woche, eine dritte vom Ende der Schwangerschaft.

An diesen liess sich nun mit aller Bestimmtheit erkennen, dass wirklich Blut in den intervillösen Räumen sich findet, wie dies auch schon Kölliker hervorgehoben hat. Bei der 14wöchentlichen Placenta fand sich neben den rothen Blutkörpern noch eine grosse Zahl von grossen, runden Zellen, mit viel Protoplasma, von farblosen Blutkörpern nur durch ihre grösseren Durchmesser unterschieden, welche bis 0·02 ^{m} betragen konnten. Daneben waren noch eigenthümliche dunkelconturirte Kugeln vorhanden von 0·02—0·05 ^{m} Durchmesser, welche stark glänzten und im Inneren feine Körnchen enthielten. Sie glichen völlig dem Protoplasma des Zottenepithels und bilden wohl auch nur abgeschnürte Theile desselben, enthalten aber keine Kerne. Die Blutkörper liegen entweder locker nebeneinander oder in einem feinfasrigen Netz von Fibrin.

Mir scheint damit die Frage im Sinne der alten Lehre entschieden zu sein und ich stimme also hierin mit Kölliker überein. Indess auch an den ausgestossenen Placenten lässt sich nach meiner Ansicht das Gleiche demonstriren; man wird an solchen nach obiger Präparationsmethode immer Blut zwischen den Zotten, namentlich in der Nähe des Chorions vorfinden. Dass dies nicht während und nach Loslösung der Placenta durch Risse der Serotina mechanisch eingepresst worden ist, wie Braxton Hicks vermuthet, geht grade aus der Oertlichkeit hervor; denn solches würde mehr in der Nähe der Serotina zu erwarten sein; vielmehr stimmt dies damit überein, dass ein Theil des Blutes aus den der Serotina benachbarten Partien während der Geburt ausgepresst wird.

An Abortiveiern aus der ersten Hälfte der Schwangerschaft ist dies allerdings nicht zu constatiren, weil hier die Serotina meist in ausgedehnter Weise zerreisst. Hier ist mir in den glücklichsten Fällen nur gelungen, zwischen den Zotten netzförmige Membranen zu gewinnen, mit einem fein reticulären Bau, welcher ganz das charakteristische Aussehen von dünnen fibrinösen Häuten besitzt. Ich habe vielfach gesucht, ob an ihnen vielleicht eine Zusammensetzung aus Zellen, überhaupt irgend etwas nachzuweisen wäre, was auf wirkliches Gewebe hindeutet, ob hier vielleicht die Wände der wuchernden mütterlichen Gefässe vorliegen. Allein durchaus vergeblich. Hie und da sind rothe Blutkörper eingeschlossen, allein nicht sehr zahlreich; dann finden sich Kerne von der Grösse der Kerne der Lymphkörper, oder auch etwas grössere,

rundliche Zellen von der Grösse der Lymphkörper, ferner auch dann und wann noch grosse Zellen, welche isolirten Serotinazellen gleichen, alles Elemente, welche nach dieser Richtung hin nichts beweisen. Zudem stehen diese Membranen mit dem Serotinagewebe in keinem Zusammenhang. Nach Allem kann ich es nur als geronnenen Inhalt der intervillösen Räume ansehen, dessen Reichthum an rothen Blutkörpern hieraus allerdings nicht hervorgeht. —

Ich sehe daher den Blutgehalt der intervillösen Räume für der Zeit von dem 4. Monate bis an's Ende der Schwangerschaft für festgestellt an. Auf welche Weise aber kommt derselbe zu Stande? Ist vielleicht die oben begründete Auffassung von der Genese der genannten Räume unrichtig, oder tritt hier das mütterliche Blut wirklich in extravasculäre Räume über? Bevor ich diese Frage erörtere, will ich vorher das anführen, was ich über den Zusammenhang der intervillösen Räume mit den Gefässen der Serotina herausbringen konnte. Denn diese Thatsache galt es zunächst nachzuweisen. Ich benutzte hierzu einen grossen Theil der 14 wöchentlichen Placenta; derselbe wurde in eine möglichst ununterbrochene Reihenfolge von Schnitten zerlegt, in welchen zum mindesten die Serotina und die angrenzende Zottenmasse enthalten waren. Nur diese allerdings sehr mühsame und zeitraubende Methode konnte einen sicheren Aufschluss über diesen wichtigen Punkt geben. Es gelang mir nun an mehreren Stellen, den gesuchten directen Zusammenhang zwischen den beiden Räumlichkeiten zu erkennen, sowie auch festzustellen, dass das im mütterlichen Gefäss enthaltene geronnene Blut mit dem gleichen Blut zwischen den Zotten in Continuität stand (Fig. 13). Allerdings sind die von mir gefundenen Stellen nicht sehr zahlreich; wenn man aber bedenkt, dass ein Theil der Serotinagefässe nicht gut injicirt war, so ist der genaue Nachweis auch weniger Stellen schon von grosser Bedeutung. Diese Stellen lassen dazu nur die Auffassung zu, dass wirklich die Gefässe der Serotina in die intervillösen Räume ausmünden; denn in ersteren hat sich das geronnene Blut von der Wand etwas zurückgezogen, und man sieht nun deutlich, dass sich von dieser ein dünnes endotheliales Häutchen losgelöst hat; darunter kommt dann meist direct das grosszellige Decidualgewebe, hie und da eine schmale Schicht mit etwas kleineren Zellen als die übrigen Decidualzellen. Die Natur des in die Serotina eindringenden Lumens wird dadurch festgestellt, wenigstens gegenüber Einwänden, dass es sich um Artefacte, Risse u. s. w. handle. Andererseits lässt sich an den vorhergehenden und nachfolgenden Schnitten einer Reihe der Zusammenhang des Lumens mit den übrigen Gefässen der Serotina leicht nachweisen.

Ich habe mich vergeblich bemüht, noch weitere Aufschlüsse zu er-

halten über die Natur dieser Gefässe, über ihre Beziehung zu den korkzieherförmigen Arterien, wie überhaupt zu den Gefässen der Serotina. Erst wenn dieser Punkt aufgeklärt ist, wird man sich eine richtige Vorstellung über die Circulation in den intervillösen Räumen selbst machen können. Es fehlt hier zunächst die Grundlage, die genaue Kenntniss des Gefässverlaufs in der Serotina selbst. Gerade mit Rücksicht auf diesen Punkt habe ich früher in einem Falle von Tubenschwangerschaft den Gefässverlauf in der hyperplastischen Uterinschleimhaut festzustellen gesucht,[1] um einige Anhaltspunkte für die Erklärung der Circulation in der Placenta zu erhalten. Meine damaligen Angaben sind in mehreren und gerade für die vorliegende Frage wichtigsten Punkten von Leopold[2] bestätigt worden. Die spiraligen Arterien, höchstens mit ihren obersten Windungen noch in die compakte Grosszellenschicht der Decidua hineinreichend, senden ihr letztes Ende fast senkrecht aufsteigend bis an die Oberfläche, um hier fast rechtwinklig in ein Netz sehr weiter Capillaren umzubiegen; von hier wird das Blut auf Wegen abgeführt, hinsichtlich derer die Angaben von mir und Leopold sich etwas widersprechen; ich halte sie für zahlreich, Leopold für sparsam; mir schien es ferner, als ob auf diesem Rückweg das Blut wenigstens zum Theil noch in grösseren Gefässen, die ich als intermediäre Venen bezeichnete, sich sammelte und erst von hier in die eigentlichen Abflusskanäle gelange. Ich habe selbst früher gerade diesen Punkt weiterer Aufklärung bedürftig erklärt, indess kann ich die Mittheilungen von Leopold nicht ganz mit dem, was ich gesehen und beschrieben habe, vereinigen. Bis auf Weiteres möchte ich daher diesen Punkt für noch nicht definitiv gelöst ansehen.

Da nun die Oberfläche der Serotina nach meiner Auffassung nur die Oberfläche der Uterinschleimhaut ist, so versuchte ich vielfach, den Gefässverlauf der Serotina mit dem obigen Schema in Einklang zu bringen. Allein es gelang mir nicht. Die Gründe dafür sind verschiedene. Was mir zunächst auffiel, war die viel sparsamere Vertheilung der Gefässe oder ihre grössere gegenseitige Entfernung in der Serotina; grössere Strecken derselben scheinen vollständig frei von ihnen zu sein. Dabei verlaufen die meisten parallel und schräg zur Oberfläche, während in der Decidua der Tubenschwangerschaft auch viel vertikal verlaufende Gefässe sich vorfinden. Weil der Zusammenhang der Gefässe hier relativ sparsamer ist, gleichsam über eine grössere Fläche sich ausbreitet, so war es mir unmöglich, zu einer sichern Anschauung von der Anordnung derselben zu kommen. Immerhin sind auch die oben er-

[1] *Archiv für Gynäkologie.* IX. p. 337.
[2] Ebenda. X. Heft 2.

wähnten Unterschiede schon bedeutungsvoll. Denn wenn in beiden Fällen es sich wesentlich um das gleiche Gefässsystem handelt, so wird man dieselben sehr wohl durch die grössere Dehnung der Serotina in der Fläche erklären können; daher namentlich die grössere Entfernung der Gefässe; für eine Neubildung von solchen spricht jedenfalls der letztere Umstand nicht. Indessen will ich eine solche durchaus nicht ausschliessen. Namentlich fiel mir die grosse Zahl der Arterienknäuel auf, die sehr dicht liegen; wenn man bedenkt, dass die Serotina in den ersten Anheftungsstadien des Eis einem nur sehr kleinen Theil der Uterinschleimhaut entspricht, der später einfach nur durch Wachsthum, nicht durch Heranziehen benachbarter Theile grösser werden kann, so sollte man eine viel geringere Zahl erwarten.

Was aber am meisten bei dieser Gelegenheit in die Augen fällt, ist das Fehlen des oberflächlichen Capillarnetzes, ein Umstand, der, wie ich glaube, eine Andeutung über das Zustandekommen der Verbindung zwischen mütterlichen Gefässen und intervillösen Räumen gibt. Die meisten Gefässe, namentlich die, welche parallel der Oberfläche verlaufen, halten sich in einiger Entfernung von derselben, etwa in der Mitte der Serotina. Gerade in der oberflächlichen Schicht liegen nur wenige Gefässe. Ist jenes Capillarnetz vielleicht durch Auflagerung von Gewebe in die Tiefe gerückt? Das scheint mir nicht wahrscheinlich, denn die Serotina ist nicht dicker wie die compakte Lage jener Decidua; fände auch bei normaler Schwangerschaft eine solche vorzugsweise Wucherung der oberflächlichsten Schicht statt, so würden wir an der Decidua uterina bei Tubarschwangerschaft wohl eine Andeutung davon zu erwarten haben. Die Idee, dass das oberflächliche Capillarnetz als solches zu Grunde gegangen ist, liegt viel näher, erscheint einfacher und ungezwungener. In welcher Weise, darüber kann man sich folgende Vorstellung machen. Wenn man bedenkt, dass dies fragliche Netz so oberflächlich liegt, dass das grosszellige Decidualgewebe vielfach nicht einmal über dasselbe hinweg geht, dass auf Dickenschnitten die von unten her in dasselbe einmündenden Gefässe dicht an der Oberfläche aufzuhören, ja manchmal sich zu öffnen scheinen, wenn man ferner erwägt, dass in der normalen Schwangerschaft der Zusammenhang in der Serotina durch die colossale Zellwucherung sehr locker wird, und kleine Partikelchen derselben sich ablösen, so wird man die Möglichkeit zugeben müssen, dass durch diese Processe auch eine Eröffnung der oberflächlichen Gefässbahnen veranlasst werden kann. Ist diese Ansicht richtig, so wird man zu erwarten haben, dass die in die intervillösen Räume einmündenden Gefässe die senkrecht aufsteigenden Enden der spiraligen Arterien sind. Nur in einem Fall, wo das Gefäss sehr schmal war und

auch durch seinen senkrechten Verlauf von den andern sich unterschied, habe ich mich hiervon überzeugen können, obgleich die Zahl der Arterien, wie erwähnt, eine grosse ist; übrigens waren auch bei der Tubarschwangerschaft die letzten Enden der Arterien meist blutleer. In den meisten Fällen, wie auch in der Abbildung verlaufen diese Communicationsgefässe mit viel weiterem Lumen schräg durch die Serotina in die tiefere Schicht mit Drüsenerweiterungen, und sind hier in den Septa wegen mangelnder Injection nicht mehr weiter zu verfolgen. Vielleicht dass dies die Abzugskanäle für das Blut sind.

Noch eine andere Möglichkeit liegt vor. Nach der eben auseinandergesetzten Idee würde das Blut zwischen den Zotten doch in extravasculären Räumen fliessen, eine Hypothese, gegen welche sich die gerechtesten Bedenken geltend machen lassen, und ich muss gestehen, dass ich selbst zuerst, nachdem ich die entwicklungsgeschichtliche Bedeutung der intervillösen Räume erkannt hatte, mich lange gegen den Gedanken sträubte, dass dieselben bluthaltig seien. Als ich auch hiervon mich überzeugen musste, als ich die eben beschriebene Communication derselben mit den Blutgefässen der Serotina aufgefunden hatte, begann ich wieder an meiner Auffassung der intervillösen Räume zu zweifeln. Ist es nicht doch möglich, bei aller Anerkennung der früher erörterten Thatsachen jenen den Charakter von erweiterten mütterlichen Blutcapillaren zu retten? Zu diesem Zwecke muss man sich allerdings in die erste jetzt leider noch prähistorische Zeit der Eientwicklung flüchten. In den ersten 4—5 Wochen aus denen wir nur sehr dürftige Kenntnisse über die Histologie der Eihäute haben, müsste der Process des „Durchwachsens" der fötalen und mütterlichen Eihäute sich vollziehen. Die Oberfläche des Chorions liegt vor der Zottenbildung dicht der Oberfläche von Serotina und Reflexa an; man könnte sich denken, dass nun vorzugsweise die oberflächlichen Gefässe sich erweitern, dass deren Endothel wuchert und die Zotten nach einer der bisher üblichen Auffassungen dasselbe vor sich hertreiben, mit einem Ueberzug desselben sich versehen. Letzterer würde wieder rasch verschwinden müssen, oder wenn er persistirte, würde man ihn nur in dem Chorionepithel suchen können. Die Beobachtung, die ich gemacht habe, dass im 2. Monate die Oberfläche der Serotina ebenfalls einen fast continuirlichen Ueberzug von Chorionepithel besitzt, würde so einfacher ihre Erklärung finden, als in der früher geschilderten Weise. Es wäre dies aber auch die einzige, die nach dieser Richtung hin sich deuten liesse. Erheblichere Gründe lassen sich dagegen geltend machen. An der 14wöchentlichen Placenta war auch hie und da eine solche Lage auf der Serotina, allein nie in der Umgebung der Gefässöffnungen, und an dem Endothel der letzteren war nirgends eine Aehnlichkeit mit

dem Chorionepithel vorhanden. Auch das Wenige, was wir über die Verbindung der Eihäute aus jener Periode wissen, macht diese Idee ebenfalls nicht wahrscheinlich; indessen kenne ich wenigstens keine Thatsache, welche direct diese Hypothese widerlegt.

3. Chorion laeve und Reflexa.

Die Vorgänge, welche zu einem völligen Verwachsen von Chorion laeve und Reflexa führen, haben auch für die Auffassung mancher Vorgänge bei der Placentarentwicklung ein grosses Interesse; denn da die Spalte zwischen beiden Membranen dem Placentarraum analog, ja mit ihm genetisch identisch ist, so lässt sich schon von vornherein erwarten, dass die Verbindung zwischen Chorion laeve und Reflexa wesentlich in derselben Weise erfolgt, wie zwischen Serotina und Chorion frondosum; der einzige Unterschied liegt ja nach der früheren Auseinandersetzung nur darin, dass an letzterer Stelle beide Membranen durch die starke Entwicklung der Zotten weiter von einander gedrängt werden, an ersterer dagegen der Zustand dem der frühesten Periode, wo die Zotten noch wenig entwickelt sind, längere Zeit hindurch ähnlicher bleibt. Ich schildere daher in Folgendem die hier sich abspielenden Processe vorzugsweise für die erste Hälfte der Schwangerschaft.

Am Chorion laeve haben wir zuerst ganz dieselben Verhältnisse wie am Chorion frondosum: eine tiefere fibrilläre Lage, eine dünne oberflächliche Gefässschicht, darüber das Epithel; die Zotten unterscheiden sich von denen des Chorion frondosum wesentlich durch das Fehlen der Verästelung. Die gegenüberliegende Reflexa hat die gleiche leicht höckrige Oberfläche wie die Serotina. In den frühesten Stadien ist zwischen beiden eine schmale Spalte, welche von den schräg verlaufenden Zotten eingenommen ist. Die Verbindung zwischen Zotten und Reflexa erfolgt nun zuerst hier wesentlich in derselben Weise wie zwischen Zotten und Serotina; selbst die insulären Knoten mütterlichen Gewebes sind wenigstens in der Nähe des Placentarrandes, wo die Spalte sich allmählich erweitert, nachzuweisen. Dagegen sieht man schon von der sechsten Woche an auf der Oberfläche des Chorions flache insuläre Ausbreitungen eines grosszelligen Gewebes, welche direct auf dem Chorionstroma liegen, von dessen Epithel bedeckt sind und wegen ihrer geringeren Dicke erst bei genauerer Präparation gesehen werden können (Fig. 14). Ihre Abstammung — ob mütterlich oder fötal — ist etwas zweifelhaft. Viele Erwägungen drängen dazu, auch dies Gewebe als mütterliches zu betrachten, so namentlich seine Zusammensetzung.

Seine Zellen unterscheiden sich nämlich nur sehr wenig von denen der Decidua; sie sind gross, sehr verschieden gestaltet, rund, polyedrisch, mit zipfelartigen Fortsätzen, die zwischen die benachbarten hineinragen, spindelförmig, cylindrisch; ihr Protoplasma ist blass, feinkörnig, der Kern gross, oft mehrfach, bis in der Fünfzahl vorhanden; seine Durchmesser erreichen das Fünffache und mehr von dem Durchmesser der Kerne des darüberliegenden Chorionepithels. Der einzige ziemlich constante Unterschied gegenüber den Serotinazellen liegt in dem Vorhandensein eines schmalen, glänzenden, doppelcontinuirten Grenzsaumes, welcher eine Membran andeutet und das erste Zeichen einer öfters noch weitergehenden Differenzirung des Protoplasmas ist. Intercellularsubstanz findet sich zwischen ihnen nicht; trotzdem haften sie fast überall fest zusammen und folgen beim Ablösen des Chorionepithels demselben gleichsam als dessen tiefere Schicht. Ihre Anordnung unter dem letzteren ist nun der Art, dass meist eine Lage cylindrischer, aber verschieden hoher Zellen direct auf dem Chorion aufliegt, über welcher dann noch eine oder zwei Lagen anders gestalteter Zellen sich finden. Manchmal stehen sie mit dem Chorion nur durch schmale, etwa keilförmig nach unten sich zuspitzende Fortsätze in Verbindung, zwischen denen sich Lücken finden. Das gleiche Verhalten können sie ebenfalls auch zu dem darüberliegenden Epithel zeigen. Vielleicht sind dies nur künstlich erhaltene, durch Zerrung entstandene Bilder.

Diese Zellen bilden ferner keine continuirliche subepitheliale Schicht, sondern nur einzelne Inseln von beschränkter Ausdehnung, durch weite Zwischenräume von einander getrennt, an welchen das Epithel direct auf dem Chorion aufliegt. Sie liegen vorzugsweise an zottenfreien Partien; hie und da schliessen sie Zotten ein, welche dann frei von Epithel direct von quer gelagerten Spindelzellen umgeben sind. Ich finde sie in der 6. bis 8. Woche; ob constant, wage ich nicht zu behaupten, da sie leicht der Untersuchung entgehen können.

Woher stammen nun diese eigenthümlichen Inseln? Sieht man zuerst diese tiefere Schicht von der Fläche unter einem völlig continuirlichen Ueberzug von Chorionepithel, von dem Chorion selbst sich sehr leicht loslösend, so wird man zunächst sie als einen Theil des Epithels anzusehen geneigt sein. Allein dagegen lassen sich sehr gewichtige Bedenken geltend machen. Die völlig verschiedene Gestalt der Zellen, die Thatsache, dass sie, wie man auf Dickenschnitten sieht, doch von dem Epithel scharf getrennt sind, die später auftretende Entwicklung von Intercellularsubstanz, thun nach meiner Meinung die völlige Verschiedenheit beider Gewebe dar. Könnte es sich nicht aber doch um fötales Gewebe handeln? Ich habe bei der Schilderung des Chorions hervor-

gehoben, dass die Capillaren desselben gerade in seiner oberflächlichsten Schicht liegen und dies als eine Bestätigung jener Ansicht betrachtet, dass das fibrilläre Stroma desselben ausschliesslich von der Allantois gebildet wird. Die seröse Hülle bildet nur das Chorionepithel. Allein es ist noch streitig, ob nicht bei Bildung der letzteren auch eine tiefere bindegewebige Lage entsteht, entsprechend dem Bindegewebe des Amnion. Könnte diese subepitheliale Zelllage nicht als ein Analogon des Amnionbindegewebes aufgefasst werden? Die Verschiedenheit in der Zusammensetzung beider ist nicht zu leugnen. Allein Chorion- und Amnionepithel sind, obgleich ihnen Eine Quelle zugeschrieben wird, unter dem Mikroskop auch nicht zu verwechseln. Diese Frage ist, glaube ich, zur Zeit nicht sicher zu entscheiden; aber die grössere Wahrscheinlichkeit ist nicht auf Seite obiger Vermuthung. Die Vertheilung dieses Gewebes in einzelne, völlig getrennten Inseln ist darnach durchaus unverständlich, und letztere wird auch nicht durch eine besondere Beschaffenheit des Chorionstromas erklärt, da diese überall dieselbe ist, an den Stellen der subepithelialen Inseln ganz die gleiche, wie zwischen ihnen.

Die Aehnlichkeit der Zelllage mit dem Decidualgewebe ist andererseits so bedeutend, dass der Versuch, jene von diesem abzuleiten, sehr nahe gelegt wird. Ich verweise zunächst auf die oben auseinandergesetzte Thatsache, dass Decidualgewebe sich völlig von dem Mutterboden loslösen und mit einer Schicht des wuchernden Chorionepithels bedecken kann, sowie ferner darauf, dass solche Partikel wahrscheinlich eine active Wanderung in die Placenta foetalis bis an die Oberfläche des Chorions machen können. Ich möchte nun am ehesten das fragliche Gewebe in gleicher Weise erklären und also für ein Analogon der insulären Knoten am Chorion frondosum halten. Man müsste sich denken, dass am Chorion laeve solche insuläre Massen des Decidualgewebes das Chorionepithel durchbohren oder an einer beschränkten Stelle zerstören und dann unter demselben und auf dem Chorionstroma seitlich weiter wuchern, sich ausbreiten und so allmählich sich abflachen; vorher in Gestalt von Knoten dem blossen Auge sichtbar, werden sie nunmehr blasser und schliesslich nur für die mikroskopische Untersuchung nachweisbar. Das Chorionepithel kann sich wieder vollständig über ihnen schliessen. So gezwungen diese Ansicht zunächst erscheinen mag, so lässt sich — abgesehen von der Zusammensetzung — doch noch Einiges für sie anführen. Auf Dickenschnitten sieht man nämlich öfters, dass diese subepitheliale Schicht an einer Stelle dicker ist, als an andern, hier aus mehreren Lagen nur sehr locker übereinanderliegender Zellen besteht und dass zugleich hier das Chorionepithel fehlt. Diese Bilder sehe ich als Uebergangsstufe zwischen den deutlich knotenförmigen Ansammlungen von

Decidualgewebe an der Oberfläche des Chorion frondosum und den mit continuirlichen Epithel bedeckten Inseln an.

Am Ende des zweiten Monats bildet diese subepitheliale Zellschicht, wie ich sie von nun an nennen will, nur weit von einander getrennte Inseln; im Anfang des vierten ist sie schon in der ganzen Ausdehnung des Chorion laeve continuirlich geworden und reicht fast bis an den Placentarrand, den sie aber noch nicht erreicht, sie schneidet etwa $^1/_2$ bis $^3/_4$ cm davon entfernt scharf ab. Irgend ein Zusammenhang mit der noch erhaltenen Gefässschicht des Chorion frondosum ist nicht nachzuweisen; am Chorion laeve sind in dieser Periode die Gefässe nicht mehr vorhanden. Das Aussehen der Zellen ist noch wesentlich das gleiche (Fig. 15); der doppelt conturirte Saum tritt jetzt deutlicher hervor; die Zellsubstanz selbst aber ist noch hell, gleichmässig körnig, sehr blass, die Kerne sind ein- oder mehrfach. Die Form der Zellen ist im Ganzen einfacher, sie sind polyedrisch, ähnlich Pflasterepithelien, oder in die Länge gezogen, spindelförmig, letzteres vorzugsweise in der Umgebung der eingeschlossenen, dem Chorion platt anliegenden Zotten. Vielfach bilden sie nur eine Lage und sind dann etwas platt, meist jedoch sind mehrere Schichten vorhanden. Auch das Chorionepithel ist noch an vielen Stellen vorhanden und bedeckt die Zellschicht. Die Zellinseln haben sich also im Laufe des dritten Monats in der Fläche weiter ausgebreitet und sind zusammengewachsen. Zugleich aber finden sich zahlreiche Verbindungen mit der Reflexa, in Form von kurzen keulenförmigen Fortsätzen, die sich nach beiden Membranen hin verbreitern und so die Spalten zwischen ihnen in einzelne, auf Dickenschnitten ovale Lücken eintheilen; oder Zellschicht und Reflexa liegen in grösserer Ausdehnung einander an. Dabei geht das Epithel zu Grunde.

Ich habe oben die Zellschicht für Decidualgewebe erklärt; man sollte darnach erwarten, dass an der Berührungsfläche derselben mit der Reflexa keine scharfe Grenze existirt. Dies ist jedoch nicht der Fall. Die Elemente beider Membranen unterscheiden sich noch in mehrfacher Weise. Der Placentarstelle gegenüber, am sogenannten freien Eipol, ist die Reflexa am dünnsten und bildet eine durchschnittlich nur 0·008 mm dicke Schicht, die sich sehr leicht abhebt; sie besteht nur aus einer Lage von stark abgeplatteten feinkörnigen Zellen, welche von der Fläche her grosse Rhomben darstellen, in jeder 1, selten 2—3 grosse ovale blasse Kerne; stellenweise sind die Zellgrenzen nicht zu erkennen. Mit dieser Schicht steht nun die Zellschicht in directer Verbindung, welche hier eine, fast nur in der Umgebung der sehr spärlichen Zotten mehrere Lagen bildet. Das Chorionepithel fehlt hier. Nach dem Placentarrand hin wird die Reflexa dicker (0·15—0·2, direct an genannter Stelle 0·25 mm)

und enthält mehrere Zelllagen; auch die Zellen sind dicker, gleichmässig dunkelkörnig, bei Carminimbibition dunkelroth, ohne glänzenden Grenzsaum, in den oberen Schichten, d. h. nach dem Chorion hin, von länglicher, spindelförmiger Gestalt und mit ihrer Längsaxe der Oberfläche des Chorions parallel gestellt, in den tieferen mehr rundlich, oder polyedrisch und direct am Placentarrand ganz wie in der Serotina in Nestern in der fasrig erscheinenden Intercellularsubstanz vertheilt.

Fast noch schärfer ist der Gegensatz der Zellschicht gegenüber der Reflexa am Ende des 4. und im 5. Monat (Fig. 16), wo sie ihre höchste Entwicklung, ihre grösste Dicke erreicht und zugleich bis an den Placentarrand gewuchert ist. Die Differenzirung in dem Protoplasma ihrer Zellen ist nämlich öfters weiter vorgeschritten; die stark glänzende, doppelt conturirte Membran tritt sehr scharf hervor, und ist auch an den isolirten Zellen vorhanden; nach aussen ist sie völlig glatt, nach innen sehr feinzackig. Der Zellinhalt zerfällt in feinkörniges Protoplasma und eine wasserklare Substanz. Beide wechseln an Menge etwas ab; doch ist ihre Vertheilung immer der Art, dass die feinkörnige Masse den centralgelegenen Kern umgibt und die andere den peripheren Theil einnimmt und also an der Innenfläche der Zellmembran anliegt. Erstere ist bald schwach entwickelt und umgibt nur als schmaler Saum den Kern oder sie ist in grösserer Menge vorhanden, und von ihrer Oberfläche strahlen bald sparsam, bald sehr dicht stehende radiäre Fäden nach der Zellmembran aus und inseriren sich an ihrer feinzackigen Innenfläche. Oder in andern allerdings nur wenigen Fällen ist sie reichlich und füllt fast das ganze Innere der Zelle bis auf einen schmalen peripheren wasserklaren Saum aus. Intercellularsubstanz findet sich auch hier nicht; die Zellen liegen dicht nebeneinander und meist in mehreren Lagen, sie sind ferner nach allen Richtungen mehr gleichmässig entwickelt und nehmen sich daher wie eine Lage von grossen dicken Pflasterepithelien aus. Demgegenüber sind die Zellen der Reflexa rund, länglich, spindelförmig, aber alle abgeplattet und so angeordnet, dass ihre Flächen der Oberfläche des Chorions parallel liegen; die Reflexa wird so geschichtet, bei schwacher Vergrösserung streifig. Das Protoplasma der Zellen ist gleichmässig körnig, glänzend, für Carminimbibition sehr empfänglich. Zwischen ihnen ist eine, wenn auch nicht bedeutende, doch nicht zu übersehende Menge von homogener Intercellularsubstanz.

Dass daher beide Gewebe, trotzdem dass sie in der grössten Ausdehnung einander berühren, sehr leicht von einander zu unterscheiden sind, ist leicht ersichtlich. Dazu kommt noch, dass vielfach eine schmale, nach beiden Seiten hin scharf begrenzte Spalte sich zwischen sie einschiebt, Stellen, an denen also ihre Vereinigung noch nicht zu Stande

gekommen ist, wo zugleich noch das Chorionepithel angetroffen werden kann. Letzteres ist allerdings nicht mehr in allen seinen Theilen erkennbar, Kerne sind nicht nachweisbar, es bildet eine fein- und dunkelkörnige Masse, welche durch ihren Glanz, ihr Verhalten gegen Carmin und Hämotoxylin, sowie durch seine Lagerung direct auf der Zellschicht doch seine Bedeutung erkennen lässt.

Was die übrigen Verhältnisse der Reflexa anlangt, so ist dieselbe in grösserer Entfernung von dem Placentarrand an dem freien Eipol nicht mehr als gesonderte Membran zu erkennen. Direct auf der Zellschicht liegt hier das Decidualgewebe mit seinen dem Chorion parallelen abgeplatteten Zellen, nur zeichnet sich die benachbarte Schicht desselben von der tieferen durch grösseren Reichthum an Intercellularsubstanz aus. Eine Abgrenzung in Reflexa und Vera zu machen, ist aber unmöglich, wenn man berücksichtigt, dass wenige Wochen vorher an dieser Stelle die erste schon auf eine ganz dünne Lage abgeplatteter Zellen reducirt ist. Nach dem Placentarrand dagegen sind noch hie und da beide Membranen von einander zu trennen; die äusserste Lage der Reflexa lässt sich als eine continuirliche Membran abheben, die nur aus einer blassen fast structurlosen, gleichmässig rothen, hie und da in streifigen Zügen etwas stärker mit Carmin imbibirten Grundsubstanz mit sparsamen, relativ kleinen runden oder spindelförmigen Zellen besteht. Die daran angrenzenden Lagen enthalten ebenfalls noch stark abgeplattete, nur wenig grössere und zahlreichere Zellen; direct nach dem Chorion sind die Zellen am grössten und verhältnissmässig am dicksten.

Jeder, der die Verhältnisse kennt, wie sie sich an der Oberfläche des Chorion laeve an dem Ende der Schwangerschaft darstellen, wird in dem eben beschriebenen Bilde schon alle wesentlichen Charaktere wieder finden. In der That gehen hier weitere Veränderungen nur in sehr beschränkter Ausdehnung vor; die Zellschicht wird in den letzten Wochen etwas dünner mit Ausnahme jener Stellen, wo die Zotten liegen, letztere bleiben immer von ihr umhüllt. Ihre Zellen füllen sich so stark mit Fettkörnchen, dass der Kern dadurch verdeckt werden kann.

Auf der äusseren Oberfläche der Zellschicht findet sich dann das Gewebe der Deciduen, mit etwas abgeplatteten Zellen, die der Oberfläche des Chorions parallel gestellt sind. Einen Unterschied zwischen Reflexa und Vera in demselben zu machen, ist mir nicht möglich; die Anordnung der Zellen bedingt einen lamellösen Bau, daher der Versuch, eine Trennung zu bewirken, in den verschiedensten Schichten gelingt. Durch verschiedene Gestalt der Zellen unterscheiden sich die Deciduen meist leicht von der Zellschicht; indess sieht man auch manchmal allmähliche Uebergänge zwischen beiden und sogar Stellen, wo zwischen den oberen

Zellen der Zellschicht sich Intercellularsubstanz findet, die mit derjenigen der Deciduen direct zusammenhängt.

Die obige Auffassung dieser verschiedenen Schichten weicht von den bisherigen ab; doch glaube ich durch Verfolgung der Entwicklung zu einem sicheren Resultate gekommen zu sein. Dohrn[1] und Kölliker[2] halten die Zellschicht für Chorionepithel, während Kundrat und Engelmann[3] sie für Reflexa erklären. Kölliker führt gegen letztere mit Recht die Thatsache an, dass diese Schicht auch unmittelbar auf das Chorion frondosum übergeht, wo von Reflexa nicht mehr die Rede sein kann. Dies ist entschieden richtig, sie hängt aber dort nicht mit dem Epithel des Chorion frondosum zusammen, wie man es nach der Ansicht der beiden erstgenannten Forscher erwarten sollte, sondern geht am Placentarrand in jene Lage von Gewebe über, welche Kölliker als Decidua subchorialis bezeichnet; dass das Chorionepithel in den ersten Stadien über dieser Schicht liegt und sie von der Reflexa trennt, dass es ferner zu Grunde geht, ehe die Reflexa und Vera verwachsen, habe ich oben auseinandergesetzt. Andererseits ist diese Lage auch nicht Reflexa; denn der Unterschied gegenüber der letzteren liegt offen dar; die Reflexa bildet von Anfang an eine continuirliche Membran, welche mit der Zeit in Folge der Ausdehnung des Chorion laeve dünner wird; die Zellschicht aber entsteht aus zuerst isolirten, später zusammenfliessenden Zellinseln, welche gerade in der 2. Hälfte der Schwangerschaft ihre grösste Dicke erreichen. Kundrat und Engelmann scheinen vorzugsweise die Verhältnisse nach dem 4. Monat studirt zu haben, so dass sie begreiflicher zu dieser Auffassung kamen, allein auch für den 3. Monat geben sie nicht ganz richtig an, dass die Zotten in die Reflexa eingedrückt und von ihr umschlossen wären; während dies wesentlich für die Zellschicht gilt.

Hinsichtlich des Schicksals der Reflexa wiederhole ich, dass es mir ebenso wenig wie Friedländer[4] am Ende der Schwangerschaft möglich ist, in dem der Zellschicht aufgelagerten Decidualgewebe einen Unterschied zwischen Vera und Reflexa zu finden. Nach dem, was ich in der früheren Zeit gesehen habe, welche dem sogen. Verschmelzen der beiden Membranen kurz vorhergeht, möchte ich es für nicht unwahrscheinlich halten, dass die Reflexa wenigstens in einiger Entfernung von der Placenta zu Grunde geht; sie wird hier immer dünner und ist in der Mitte des 4. Monats nur auf eine einfache Lage von platten Zellen reducirt. Sollte dieselbe mit der Vera verschmelzen, so wird immerhin der Beweis

[1] *Monatschrift für Geburtskunde.* 26, p. 119.
[2] *Entwicklungsgeschichte.* 2. Aufl. p. 322 u. 330.
[3] a. a. O. p. 163.
[4] a. a. O. p. 11.

hierfür sehr schwer zu liefern sein. In der Nähe des Placentarrandes behält die Reflexa, so lange sie noch als gesonderte Membran nachzuweisen ist, eine gewisse Dicke und besteht aus mehreren Zelllagen. Hier scheint dieselbe nicht zu schwinden, sondern in der That mit der Vera zu verwachsen. Indess habe ich die hier beweisenden Zwischenstadien nicht weiter untersucht, da sie für meine Absicht, das Studium der Placentarentwicklung bedeutungslos erschienen.

Dieselben Verhältnisse wie auf der ganzen Fläche zwischen Chorion und Reflexa finden sich auch direct am Placentarrand; nur erfolgt hier die Verklebung beider Membranen am frühesten. Zuerst haftet hier das Chorion, noch zu Anfang des vierten Monats mit Epithel bedeckt, direct an der ihm zugewandten Fläche der Reflexa, ohne dass irgend eine Zwischensubstanz, irgend eine Veränderung in der Structur beider Membranen zu bemerken ist. Liegen Zotten zwischen den beiden Membranen, so vermitteln diese die Verklebung vermittelst des noch vorhandenen epithelialen Ueberzugs. Später geht das Chorionepithel zu Grunde; zugleich aber wächst auch die Zellschicht des Chorion laeve bis an den Placentarrand; sie verwächst einerseits mit der Schicht gleicher Zusammensetzung auf dem Chorion frondosum, andererseits mit der Reflexa. Hier ist die Verwachsung zwischen ihr und Reflexa fester als am Chorion laeve, und dies beruht wohl darauf, dass auch in ihr zwischen den Zellen sich Intercellularsubstanz entwickelt, welche mit derjenigen der Reflexa in directe Verbindung tritt. Die Grenze beider ist daher hier nicht scharf, sondern nur durch verschiedene Gestalt der Zellen angedeutet.

4. Die Placenta in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft.

Während bis zur Mitte der Schwangerschaft die Placenta, wie wir gesehen haben, einen sehr einfachen Bau hat, wird derselbe in der zweiten Hälfte durch eine erst jetzt eintretende viel innigere Verflechtung der mütterlichen und fötalen Gewebe viel complicirter und nach manchen Richtungen hin etwas wechselnd. Für die wichtigste Frage aber, für die Bedeutung der intervillösen Räume haben selbstverständlicherweise die nunmehr ablaufenden Processe nicht die geringste Bedeutung, und es sind daher alle Schlüsse, welche bisher, namentlich von Winkler aus dem Bau der reifen Placenta für die erste Entwicklung derselben gezogen worden sind, durchaus nicht zutreffend.

Einerseits wuchert das Gewebe der Serotina weiter; die Höcker und Wülste desselben werden höher und können sogar die placentare Fläche

des Chorions erreichen, namentlich am Rande der Placenta, wo die Dicke der letzteren nicht bedeutend ist, doch auch manchmal in der Mitte; an letzterer Stelle sind nämlich die Verhältnisse nicht immer dieselben; vielfach sind hier in der reifen Placenta die Erhebungen der Serotina in Form von Balken und Leisten niedriger, und erreichen nicht das Chorion; in andern Fällen aber entwickeln sich hier vollständige Septa zwischen den Cotyledonen, welche meist in grader Richtung, ohne sich zu theilen oder seitliche Ausläufer auszusenden, durch die Dicke der Placenta nach dem Chorion hinziehen; mit den grossen Zottenstämmen treten sie in keine Verbindung; denn sie finden sich grade zwischen den Cotyledonen, während die primären Zottenstämme in der Mitte derselben verlaufen. Die aus der früheren Periode her bekannten, in der Zottenmasse zerstreuten Inseln mütterlichen Gewebes, welche ebenfalls von den Zottenstämmen sich fern halten, und vorzugsweise an der Oberfläche der zu einem Zottenstamm gehörigen feinen Zotten, also zwischen den späteren Cotyledonen sich finden, können auf diese Weise mit ihrem Mutterboden sich wieder vereinigen, ja tragen vielleicht mit zur Bildung der Cotyledonensepta bei. Die Entwicklung dieser Septa fällt wahrscheinlich in die letzten zwei Monate; in dem 7. und 8. Monate habe ich sie regelmässig vermisst. Es liegt also hier ein etwas unbeständiges und daher für den Bau der Placenta auch nicht wesentliches Element vor.

Die wichtigste und constanteste Veränderung erfolgt aber auf der placentaren Fläche des Chorions. Während hier zum mindesten bis zur Mitte des 4. Monats sich die Verhältnisse so erhalten, wie sie in der 6. Woche sind, während hier also früher direct auf der Gefässschicht des Chorions das Chorionepithel liegt und von einem Gewebe, das Aehnlichkeit mit der Decidua hätte, nichts sich vorfindet — von den sparsamen insulären Knoten abgesehen — so entwickelt sich von der Mitte der Schwangerschaft an zwischen Epithel und fibrillärem Stroma eine Lage von grosszelligem Gewebe, das mit dem Decidualgewebe die grösste Aehnlichkeit hat und von Allen unbedenklich dafür gehalten worden ist; (Winkler's Schlussplatte, Kölliker's Decidua subchorialis). Ich werde es in Folgendem als Zellschichte des Chorion frondosum bezeichnen, ein Name, welcher der Frage nach seiner Genese nicht vorgreift; denn der mütterliche Ursprung scheint mir nicht unzweifelhaft; ich halte es vielmehr für wahrscheinlicher, dass die Gefässschicht des Chorions sich wesentlich an seiner Bildung betheiligt.

An diese Schicht schliessen sich nun die weiteren Processe an. Es geht dieselbe in ihren oberen Lagen in der früher beschriebenen Weise in kanalisirtes Fibrin über, welches in den letzten Wochen nach

Zugrundegehen des Chorionepithels durch lamellöse Auflagerung aus dem mütterlichen Blute namentlich am Placentarrande nicht unwesentlich sich verdickt. Die tieferen Schichten bleiben oder wandeln sich — besonders in der Mitte der Placenta — in fibrilläres Stroma um. Wir haben in Folge dessen in der reifen Placenta auf dem fibrillären Chorion am Rande eine continuirliche Lage, in der Mitte an Grösse und Zahl sehr wechselnde Inseln von grosszelligem Gewebe, darüber eine fast continuirliche Lage von kanalisirtem Gewebe, welche nur von den grossen Zottenstämmen durchbrochen wird; im 6. und 7. Monate fand ich das grosszellige Gewebe auf der ganzen placentaren Fläche des Chorions.

Diese zellig-lamellöse Schicht wuchert ferner an zahlreichen Stellen in die Placenta hinein, umschliesst die benachbarten Zotten und bildet so kurze Säulen, die nur z. Th. mit den Decidualsepta sich vereinigen, zum grössten Theil frei in einiger Entfernung von dem Chorion endigen.

Ferner tritt diese Schicht einerseits mit den Decidualsepta in Verbindung, andrerseits am Placentarrande direct mit der Serotina, sowie mit der Reflexa und der Zellschicht des Chorion laeve. Es wird auf diese Weise der ganze Placentarraum in den 3 letzten Monaten von einem Gewebe begrenzt, das den Charakter von Decidualgewebe hat, das nach den intervillösen Räumen hin von keinem Epithel bedeckt wird, auf dessen innerer Oberfläche, soweit seine äussere dem Chorion anliegt, kanalisirtes Gewebe, Fibrinabscheidungen sich finden; der dadurch umschlossene Raum wird durch die Septa namentlich am Rande in kleinere Fächer eingetheilt, und in letztere hängen die fötalen Zotten nach Durchbohrung des grosszelligen und kanalisirten Gewebes frei herein.

Gehen wir nunmehr zur Besprechung der einzelnen wichtigeren Punkte über.

Was die Wucherung der Serotina und die dadurch gebildeten Septa anlangt, so liegen über die Betheiligung derselben an der Placentarbildung verschiedene Angaben vor. Kölliker findet sie nur am Placentarrande in Verbindung mit dem Chorion oder vielmehr mit dem auf demselben liegenden grosszelligen Gewebe (seiner Decidua subchorialis); dies passt für viele Placenten, doch nicht für alle; vielfach reichen sie auch in der Mitte der Placenta bis an's Chorion.

Auch die Angaben von Winkler lauten nach manchen Richtungen hin anders. Nach ihm reichen die Septa nicht blos regelmässig und überall bis an's Chorion, sondern sind auch noch durch zahlreiche Querbalken verbunden, und bilden so in Verbindung mit der grosszelligen Schicht des Chorions, welcher er gleichen Ursprung zuschreibt, ein Balkenwerk mit zahlreichen Kammern, die in mehreren Stockwerken überein-

ander liegen und vielfach in Verbindung stehen. Ich kann dem nicht beistimmen, ohne dass ich im Stande bin, auch den Grund dieser verschiedenen Angaben aufzuklären. Winkler's histologische Schilderung ist sehr ungenau und nirgends der Unterschied zwischen mütterlichem und fötalem Gewebe hervorgehoben. Querbalken, habe ich, wie schon erwähnt, nicht gefunden.

Einer ausführlicheren Schilderung bedarf die zellig-lamellöse Schicht des Chorions, deren grosszellige Lage von Allen, selbst von Kölliker unbedenklich als mütterliches Gewebe in Anspruch genommen wird. Und in der That liegt dazu in der Beschaffenheit der Zellen, sowie in dem vorhin Erwähnten genügende Veranlassung vor. Betrachten wir diese Zellschicht etwa im 6. oder 7. Monat, wo sie ihre grösste Ausbildung erreicht hat.

Ihre Verhältnisse bieten dann nicht viele Schwankungen dar (Fig. 4). In den meisten Fällen bildet sie keine gleichmässig dicke Lage, obwohl dies auch vorkommt, sondern die Zellen liegen in Gruppen. Jede Gruppe ist von linsenförmiger oder genauer planconvexer Gestalt, die Convexität nach dem Chorion zugewendet. Zwischen den Gruppen sind schmale, nicht immer vollständige, sondern vielfach durchbrochene Scheidewände von homogener Intercellularsubstanz, welche direct mit derjenigen des fibrillären darunter liegenden Chorions zusammenhängen und auch noch über den Zellen zu einer dünnen Lage sich vereinigen. Die Zellgruppen sind also allseitig von Intercellularsubstanz umgeben, welche allerdings durch homogene Beschaffenheit und etwas stärkeren Glanz von den fibrillären Lagen des Chorions sich unterscheidet, allein in diese doch direct und ohne jede Grenze übergeht. Die Breite der Gruppen oder der Höhlen, in denen sie liegen, schwankt zwischen 0·04 und 0·08^{m}, ihre Tiefe beträgt durchschnittlich 0·03^{m}. Gestalt und Grösse der darin enthaltenen Zellen wechseln je nach der Zahl derselben. Meist liegen mehrere zusammen, auf dem Dickenschnitt etwa 4—8; sie sind dann von gleicher Grösse wie die gewöhnlichen Decidualzellen, länglich, mit der Längsaxe senkrecht dicht nebeneinander gestellt; ihre einander zugewandten Flächen sind bald eben, bald convex oder concav und entsprechen sich natürlich vollständig; so sieht man unter Anderem zwischen zwei Zellen mit convexen Flächen eine dritte biconcave eingeschoben. Auch die Kerne sind gross, bis 0·024^{m} lang und bis 0·014^{m} breit, und selbst das Kernkörperchen kann einen Durchmesser von 0·0025^{m} erreichen. Das Protoplasma ist feinkörnig und manchmal so blass, dass die Zellgrenzen kaum zu sehen sind. Innerhalb der einzelnen Gruppen können die Zellen noch durch schmale Septa von Intercellularsubstanz getrennt werden, so dass jede in einem besondern Fache liegt.

In andern Fällen sind nur wenige Zellen in einer solchen linsenförmigen Höhle, ja sogar nur eine von entsprechender Grösse, mit sehr grossem, meist einfachem Kern.

Im Gegensatz hierzu sind dann manchmal die Zellen auch kleiner, kaum grösser wie farblose Blutkörper, mit relativ viel Protoplasma, polyedrisch. Es ist dies vorzugsweise in früheren Stadien der Fall und eine Thatsache nicht ohne Bedeutung. Denn es liegt sehr nahe anzunehmen, dass die grossen Zellen aus den kleineren hervorgehen; es würden dann die Elemente der Zellschicht den Decidualzellen erst in ihrer späteren Ausbildung ähnlich werden, für die ersten Stadien der Entwicklung würde damit ein Grund für die mütterliche Abstammung dieses Gewebes und wohl grade derjenige, welcher für die bisherigen Forscher massgebend gewesen ist, wegfallen.

Allerdings wird Jeder, der dies Gewebe nur in den späteren Monaten der Schwangerschaft kennt, sehr geneigt sein, dasselbe ausschliesslich für mütterliches zu halten; die Aehnlichkeit der Zellen mit denen der Serotina, die Thatsache, dass am Placentarrande die Zellschicht des Chorion frondosum einerseits mit der Zellschicht des Chorion laeve, sowie andrerseits mit der Serotina und Reflexa zusammenhängt, ohne dass hier irgend eine Grenze sich findet, sind gewiss schwer wiegende Gründe; andrerseits scheinen dieser Ansicht entgegenzustehen das Umschlossensein der Zellen von Grundsubstanz, die direct in die des Chorions übergeht, so dass die Zellen als integrirende Bestandtheile des letzteren erscheinen, und ferner das Vorhandensein des Chorionepithels über dieser Schicht. Die Bedeutung des letzteren Punktes ist allerdings nach dieser Richtung hin durch früher mitgetheilte Erörterungen sehr abgeschwächt worden; ich habe namentlich das Gleiche an der Zellschicht des Chorion laeve nachgewiesen, bei welcher doch gewichtige andere Gründe für mütterliche Abstammung sprechen. Und wäre hier nicht ein ähnlicher Entwicklungsmodus wie an der Zellschicht des Chorion laeve denkbar? Man könnte sich sehr wohl vorstellen, dass nach Verschwinden des Chorionepithels am Placentarrande, an der Verklebungsstelle von Chorion und Serotina das Gewebe der letzteren sich zwischen Epithel und Stroma des Chorions vorschiebe und so allmählich die ganze placentare Fläche des letzteren überwachse; die Einlagerung der Zellen in Intercellularsubstanz des Chorions würde sich wohl auch noch dieser Hypothese fügen, wenn auch eine nüchterne vorurtheilsfreie Betrachtung hierin wohl eher einen Grund für fötale Abstammung sehen muss.

Geht man auf diejenige Periode zurück, in welcher die ersten Anfänge dieser Schicht zu suchen sind, auf das Ende des 4. oder den Anfang des 5. Monats, so mehren sich ganz entschieden die Gründe,

welche für einen fötalen Ursprung sprechen. Man wird aus der genannten Periode — ich vermag dieselbe nicht genauer zu bestimmen — Placenten finden, an welchen hie und da eine Andeutung jener Schicht vorhanden ist, an andern Stellen dieselbe fehlt. Solche sind zum weiteren Studium sehr geeignet. An ihnen kann man die Ueberzeugung gewinnen, dass die erste Bildung jener fraglichen Schicht an die früher beschriebene Gefässschicht des Chorions anknüpft. Dieselbe erhält sich nämlich am Chorion frondosum bis zu diesem Termin, ihre Gefässe bleiben fast alle durchgängig, ihre Wand ist noch vielfach ganz normal; die Maschen des Capillarnetzes sind allerdings weit. Um so leichter aber ist festzustellen, dass in der nächsten Umgebung der Gefässe die Zusammensetzung des Gewebes eine andre ist als in der Mitte der Maschen. Während früher die Gefässschicht eine continuirliche war, durch Zellen und Intercellularsubstanz von dem fibrillären Chorion unterschieden, ist sie nunmehr unterbrochen, zugleich auch mit der Unterlage fest verbunden, so dass sie schwer in grösserer Flächenausdehnung in genügender Dünne zu isoliren ist. Man thut daher besser, von der unteren Fläche des Chorions möglichst viel von dem fibrillären Stroma desselben abzuziehen, um die oberen Schichten in genügender Dünne zu erhalten. In der Mitte der Maschen tritt das fibrilläre Stroma mit sehr dicht gelagerten Spindelzellen zu Tage, direct vom Epithel bedeckt; an der Stelle der Gefässe liegt noch eine andre Lage darüber, welche zugleich nach oben hin vorspringt und das tiefere Gewebe verdeckt. Die Bilder, welche nunmehr die Gefässe mit ihrer nächsten Umgebung darbieten, sind etwas wechselnd. Gehen wir von denjenigen Stellen aus, wo die Capillarwand selbst noch normal dünn ist, so sehen wir zunächst in dem Lumen vielfach noch vollständig wohl erhaltene Blutkörper — nach Conservirung in chromsaurem Kali und Spiritus. An der Aussenfläche der Wand liegen in einer feinkörnigen oder homogenen Grundsubstanz zahlreiche Zellen, dicke spindelförmige und runde, die letzteren gross, selbst mit 3—4fach grösserem Durchmesser, als ein farbloser Blutkörper, mit viel Protoplasma, aber relativ kleinem Kern, denen völlig ähnlich, die um dieselbe Zeit und in den früheren Stadien durch das ganze Chorion vertheilt sind; sie liegen sehr dicht nebeneinander und bilden eine dicke Adventitia, welche die Gefässe auf allen Seiten umgiebt. An andern Stellen gelingt es nicht, in solchen Zellsträngen Capillaren nachzuweisen; jedoch findet sich im Centrum noch eine feine, helle, wellenförmige verlaufende Linie, welche von abwechselnd gestellten, protoplasmareichen, breiten Spindelzellen begrenzt wird. An wieder andern Stellen fehlt auch diese; die Zellstränge aber zeigen durch ihre netzförmige Anordnung deutlich ihren Ursprung an. Ich möchte

hieraus schliessen, dass die Capillaren durch Wucherung der Adventitialzellen, sowie durch Umwandlung ihrer eignen Wandelemente in dicke Spindelzellen in solide Zellstränge sich umwandeln. So entsteht also an Stelle der Gefässschicht eine Schicht, die sich durch ihren Zellreichthum auszeichnet; die Zellen unterscheiden sich in jenem ersten Stadium durch ihre geringere Grösse und namentlich den kleineren Kern noch deutlich von den Decidualzellen, sowie auch von den Zellen der benachbarten Knoten mütterlichen Gewebes; die Schicht ist ferner nicht continuirlich, sondern netzförmig auf der Oberfläche des Chorions ausgebreitet.

Von ihr ist nach meiner Ansicht die spätere Zellschicht selbst abzuleiten. Es bedarf nur einer Vergrösserung der Zellen, einer mehr oder weniger vollständigen Ausbreitung über die Maschen des früheren Capillarnetzes, damit diese Lage von Zellsträngen in die spätere Zellschicht übergeht. Schon die oben erwähnte Thatsache, dass manchmal in Placenten mit völlig entwickelter Zellschicht die Zellen der letzteren an einzelnen Stellen sehr klein sind und also den Zellen der durch Umwandlung der Gefässe entstehenden Stränge gleichen, spricht sehr für diese Annahme. Andrerseits aber kann man auch an den Placenten, an denen die Umwandlung der Gefässe zu Zellsträngen zu sehen ist, hie und da in letzteren und namentlich in ihren tieferen Lagen nach dem fibrillären Chorion hin Zellen sehen, die hinsichtlich ihrer Grösse und auch der Grösse des Kerns von den Decidualzellen nicht zu unterscheiden sind, und dies am Rande, wie auch in der Mitte der Placenta entfernt von mütterlichem Gewebe. Das letztere spricht, wie mir scheint, gegen eine Einwanderung dieser Elemente vom Placentarrande her, wie ich auch nie aus den fraglichen Monaten eine Placenta erhalten habe, in welcher die Zellschicht am Rande schon vorhanden gewesen wäre, in der Mitte aber noch gefehlt hätte. Solche Bilder erhält man nur am Ende der Schwangerschaft, wo die Zellschicht in der Mitte der Placenta wieder schwindet.

Da ich nun ferner am Chorion frondosum in der ersten Hälfte der Schwangerschaft die subepithelialen Zellinseln des Chorion laeve nicht auffinden konnte, so scheint mir die Ableitung der Zellschicht von der Gefässschicht das natürlichste und einfachste zu sein. Und dies um so mehr, als der Zusammenhang derselben mit dem unterliegenden Chorionstroma in dieser früheren Periode viel evidenter ist als später. Denn durch Vergrösserung der Zellen und das damit zusammenhängende Zurücktreten der Intercellularsubstanz wird allmählich der Zusammenhang innerhalb der Zellschicht ein sehr lockerer, und es lässt sich daher letztere in Verbindung mit dem darüberliegenden kanalisirten Gewebe sehr

leicht ablösen und als selbständige Membran gegenüber dem Chorion gewinnen.

Man könnte, um diesem Gewebe den mütterlichen Ursprung zu wahren, an die insulären Knoten von Decidualgewebe denken, welche ja auch direct an das Chorion reichen; könnten diese nicht nach Zugrundegehen des Chorionepithels auf dem Chorion in der Fläche sich ausbreiten und so die Zellschicht liefern? Zur Widerlegung dieser Hypothese habe ich besonders auf die abweichende Gestalt der Zellen jener Schicht grade in der frühesten Periode hinzuweisen, welche sie, wie erwähnt, scharf von den benachbarten insulären Knoten unterscheidet; und die zuerst auftretenden grösseren, den Deciduazellen ähnlichen Elemente finden sich vorzugsweise in der Tiefe der Zellschicht. Indess will ich die Möglichkeit nicht zurückweisen, dass später auch die insulären Knoten zur Vergrösserung der Zellschicht beitragen.

Die Decidualsepta endlich können hier nicht in Betracht kommen, da sie erst später sich entwickeln, ganz abgesehen von ihrer inconstanten Ausbildung.

Ich glaube, die mitgetheilten Thatsachen sind bedeutungsvoll genug, um die Hypothese von dem fötalen Charakter der Zellschicht zum mindesten als gleichberechtigt neben jener Ansicht erscheinen zu lassen, nach welcher sie mütterliches Gewebe ist. Es ist diese Frage für die Anatomie der Placenta in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft jedenfalls die wichtigste.

Was die weiteren Schicksale der Zellschicht anlangt, so bildet sich schon sehr frühzeitig auf ihrer Oberfläche eine Lage von kanalisirtem Gewebe, wie ich früher geschildert habe, durch Umwandlung der Zellschicht selbst. Es scheint stellenweise die ganze Zellschicht, an andern Stellen nur die obere Lage derselben sich dabei zu betheiligen. Die tieferen Zellen bleiben z. Th. erhalten, wie am Placentarrande, z. Th. schwinden sie fast vollständig, wie in der Mitte der Placenta.

Ueber die Art dieses Schwindens giebt vielleicht die Abbildung 12 Aufschluss. In der Placenta der späteren Monate reicht nämlich nicht immer das fibrilläre Stroma des Chorions mit seinem der Oberfläche parallelem Verlauf der Fibrillen bis an das kanalisirte Gewebe, sondern direct unter dem letzteren sieht man kleine kuglige und halbkuglige Felder mit blasser concentrischer Streifung und runden oder länglichen Kernen; Fibrillen aber sind nicht deutlich, die Grundsubstanz ist sogar fast homogen, und ebenso erkennt man neben Kernen auch kein Protoplasma, während in den tieferen Lagen die auf dem Durchschnitt spindelförmigen Zellen sehr deutlich und gross sind. Es erinnern diese Felder in Form und Grösse ganz an die früher beschriebenen Zellgruppen, und

dass wir es hier mit Umwandlungen der letzteren zu thun haben, geht aus dem Umstande hervor, dass man in früheren Stadien manchmal neben den Zellgruppen auch diese eigenthümlichen Felder sieht. Letztere sind übrigens, wie Durchschnitte in andern Richtungen lehren, Querschnitte von Strängen.

In den späteren Monaten erfolgt dann ferner sehr häufig eine gallertige Erweichung der Zellschicht, ganz in derselben Weise, wie ich es für das Gewebe der Serotina geschildert habe. Meist ist die Erweichung nicht ausgedehnt und nicht hochgradig. In seltenen Fällen tritt gradezu eine Verflüssigung ein; die Cysten, die unter dem Chorion (von der Eihöhle aus gesehen) sich finden, beruhen auf diesem Vorgang.

Die beschriebene grosszellig-lamellöse Schicht ist nun aber durchaus nicht blos auf die placentare Fläche des Chorions beschränkt, sondern beginnt kurz nach ihrer Entstehung nach der mütterlichen Fläche der Placenta, in die intervillösen Räume hineinzuwuchern, also der Serotina entgegen. Dies geschieht vorzugsweise in den Zwischenräumen zwischen den grossen Zottenstämmen oder in ihrer Nähe, aber niemals an letzteren selbst; diese sind, sowie sie die genannte Schicht durchbohrt haben, durchaus frei von irgend einem andern Gewebe und bestehen auch in der reifen Placenta nur aus dem Epithel und fibrillärem Stroma, welches mit der gleichen Lage des Chorions zusammenhängt und nichts anders als eine Fortsetzung desselben ist. Darin stimme ich mit Kölliker gegen Winkler überein. Dagegen umwuchert die zellig-lamellöse Schicht die benachbarten feinen Zotten mehr oder weniger vollständig, und es entstehen so kurze Säulen (Fig. 11), welche senkrecht auf dem Chorion aufstehen und wohl von Manchen für gröbere Zottenstämme gehalten worden sein mögen; mit solchen können sie auch in Verbindung treten, jedoch nur in der Art, dass sie dann und wann an die untere Fläche eines schräg oder fast parallel vom Chorion in dessen nächster Nähe verlaufenden Stammes sich ansetzen und demselben gleichsam als Stütze dienen, ohne an ihm weiter zu wuchern. Ist die zellig-lamellöse Lage dünn, dann kann man die Basis der Säulen von der fötalen Fläche des Chorions aus sehr gut in Form von kleinen, etwas vorspringenden und fast ganz gleichmässig zerstreuten Körnchen erkennen. Die Säulen stellen nur Conglomerate dar von kleinen Zotten, die durch grosszelliges und kanalisirtes Gewebe zusammengebacken sind. An letzterem wiederholen sich alle Eigenthümlichkeiten, wie wir sie an der gleichen Schicht des Chorions kennen gelernt haben. Das grosszellige Gewebe liegt, wenn es vorhanden ist, — es kann hier wie am Chorion fehlen — direct dem Zottenstroma auf, das kanalisirte Gewebe nach aussen davon und ist noch vielfach in den früheren Stadien von dem

sehr verdünnten Chorionepithel bedeckt. Immer aber ist in der reifen Placenta eine scharfe Grenze zwischen Zottenstroma und den aufgelagerten Geweben vorhanden, und es lassen sich beide leicht von einander trennen, während grosszelliges und kanalisirtes Gewebe direct in einander übergehen. In früheren Stadien aber, in 6—7 monatlichen Placenten erhält man Bilder, welche auch hier für eine Betheiligung des Zottenstromas an der Bildung der Säulen sprechen; die grosszellige Lage ist nicht immer scharf vom Zottenstroma getrennt, sondern die Intercellularsubstanz derselben geht direct in letzteres über; es wiederholen sich hier an den Zotten die Bilder, wie ich sie für die ersten Stadien der Zellschicht geschildert habe.

Diese Einwucherungen erfolgen also in der Richtung nach den mütterlichen Eihäuten hin, indessen regelmässig nur am Rande der Placenta in einer solchen Weise, dass sie mit der Serotina selbst in Verbindung treten. In der Mitte der Placenta geschieht dies vielfach nicht; hier finden sich aus früherer Zeit her nur relativ sparsame und beschränkte Inseln mütterlichen Gewebes, mit welchen sie sich vereinigen können. Ueberall, wo sie mit mütterlichem Gewebe zusammenstossen, ist von einer Abgrenzung beider keine Rede.

Schliesslich habe ich noch zu erwähnen, dass in den letzten Monaten das Chorionepithel auf seiner ganzen placentaren Fläche verloren geht, und in Folge dessen die intervillösen Räume direct von dem kanalisirten Gewebe begrenzt werden. Nunmehr erfolgt auf letzteres Ablagerung aus dem mütterlichen Blut und dadurch bedeutende Verdickung desselben, aber sehr ungleichmässig, gewöhnlich am Placentarrande am stärksten; oft in der Art, dass die Vertiefungen zwischen den erwähnten kurzen Säulen vollständig ausgefüllt werden. Diese später entstehenden Massen haben einen schon makroskopisch deutlichen lamellösen Bau, die Lamellen im Ganzen zur Oberfläche des Chorions parallel. Zu der früheren Schilderung dieser Lagen habe ich nur noch hinzuzufügen, dass die Lamellen häufig weit von einander stehen, jedoch dabei durch zahlreiche feine quere Aeste mit einander verbunden sind; letztere, in regelmässigen Abständen stehend, theilen den Zwischenraum zwischen zwei Lamellen in schmale, senkrecht stehende Fächer, von denen jedes eine grosse Decidualzelle aufnehmen könnte. Hie und da findet sich eine solche vor; doch meistens sind die Fächer leer, sie enthalten nicht einmal Blut, sondern nur vereinzelte homogene kernlose Kugeln, doppelt so gross wie farblose Blutkörper, am meisten den Kernen der Deciduazellen ähnlich.

Die Anschauungen, welche sich aus den mitgetheilten Beobachtungen über den Bau und die Entwicklung der menschlichen Placenta ergeben, sind kurz zusammengefasst folgende:

1. In der Mitte des zweiten Monats wird die Placenta nur durch die Chorionzotten gebildet, welche der Serotina gegenüber sich stärker entwickeln als an der Reflexa, und dadurch Chorion und Serotina von einander drängen. Die so entstehende Placentarhöhle entspricht genetisch der Spalte, welche in den ersten Stadien zwischen Chorion einerseits, Serotina und Reflexa andrerseits sich findet; Oberfläche der Serotina und Reflexa sind nichts anders als Oberfläche der Uterinschleimhaut, welche durch Wucherung uneben wird. Die Zotten adhäriren an derselben nur in der Spitze. Ein Einwachsen derselben in die Serotina findet nicht statt.

2. Das einzige Zeichen eines gegenseitigen Durchwachsens von mütterlichen und fötalen Eihüllen an der Placentarstelle bilden insuläre Knötchen mütterlichen Gewebes, die zwischen den Zotten, namentlich an der Oberfläche der Zottenbäumchen, in der Tiefe der Placenta und selbst am Chorion sich finden. Sie sind zuerst sparsam und nehmen allmählich an Zahl zu.

3. Bis zur Mitte der Schwangerschaft findet sich auf der placentaren Fläche des Chorions, sowie auf den Zotten nur das Chorionepithel, welches nur an den beschränkten Stellen zu Grunde geht, wo es mit dem mütterlichen Gewebe in Berührung kommt.

4. Der Abschluss des Placentarraumes ist durch Verwachsen des Chorion laeve und der Reflexa bedingt. — Es treten dabei zuerst unter dem Chorionepithel flache Inseln eines grosszelligen Gewebes auf, wahrscheinlich mütterlichen Ursprungs, welche im 4. Monat schon zu einer continuirlichen Lage herangewachsen sind. Während das Epithel zu Grunde geht, umwuchert dieselbe die platt dem Chorion anliegenden Zotten und verschmilzt mit der Reflexa. Der in zahlreichen Buchten stagnirende Inhalt der Spalte zwischen Chorion und Reflexa wird zu kanalisirtem Fibrin, welches später verschwindet. Die Reflexa ist in den letzten Monaten als gesonderte Membran nicht mehr nachzuweisen.

5. In der Mitte der Schwangerschaft bildet sich auf der placentaren Fläche des Chorions unter dem Epithel wesentlich durch Umwandlung der früheren Gefässschicht eine Lage von zellreichem Gewebe, dessen Zellen zuerst klein, später den Serotinazellen sehr ähnlich wird: die Zellschicht des Chorion frondosum.

6. Dieselbe wandelt sich im weiteren Verlauf in kanalisirtes Fibrin um, welches in den letzten Monaten nach Zugrundegehen des Chorion-

epithels durch Auflagerung aus dem mütterlichen Blut sich stark verdickt: lamellöse Schicht des Chorion frondosum.

7. Die zellig-lamellöse Schicht umwuchert in Form von zahlreichen kurzen Säulen die benachbarten Zotten, vereinigt sich mit insulären Knoten mütterlichen Gewebes.

8. Zugleich werden auch die Höcker und Wulste der Serotina höher und erreichen am Placentarrand die zellig-lamellöse Schicht des Chorions, mit welcher sie verschmelzen; nicht constant geschieht dies in der Mitte der Placenta.

9. So wird in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft die ganze von den Zotten eingenommene Höhle der Placenta allseitig begrenzt von einem Gewebe, welches die Zusammensetzung der Serotina zeigt, auf dessen Oberfläche, soweit sie dem Chorion entspricht, sich kanalisirtes Fibrin bildet. Die Stammzotten treten durch dasselbe hindurch und verästeln sich frei in der so umschlossenen Höhle.

10. Die intervillösen Räume enthalten Blut. Wahrscheinlich dringt dasselbe ein durch Eröffnung des oberflächlichen Capillarnetzes der Serotina.

Erklärung der Tafeln.

Fig. 1. Gefässschicht des Chorions. $^{120}/_1$. *A.* Vom Chorion frondosum der 7—8. Woche; *B.* aus dem 4 Monat. In *B* sieht man in den Maschen die stern- und spindelförmigen Zellen des fibrillären Chorion; die Gefässe sind von einer besondern zellreichen Adventitia bekleidet.

Fig. 2. Elemente der Nabelschnur und Gallertschicht aus der 6. Woche. *a* Gallertschicht. *b* Nabelschnur. *c* Gallertschicht nach dem Chorion hin. Erklärung siehe im Text. Hartnack X.

Fig. 3. Chorionzotte aus dem 3. Monat. $^{10}/_1$. In der Stammzotte sind die Gefässe sichtbar; die feineren Zotten sehr unregelmässig gestaltet; der Epithelmantel vielfach (bei *a*) zu weit, mit zahlreichen Fortsätzen. *b* stellt einen insulären Knoten mütterlichen Gewebes dar.

Fig. 4. Chorion des 7. Monats. Mitte der Placenta. $^{180}/_1$. *a* Fibrilläres Stroma des Chorion. *b* Zellschicht desselben. *c* kanalisirtes Fibrin. *d* Chorionepithel.

Fig. 5. Kanalisirtes Fibrin; reife Placenta. $^{400}/_1$. Zu oberst kanalisirtes Fibrin mit Kernen. Darunter homogene, undeutlich fasrige Schicht, mit Kernen, die Grundsubstanz an einzelnen Stellen um die Kerne concentrisch geschichtet.

Fig. 6. Kanalisirtes Fibrin. Reife Placenta. $^{500}/_1$. *a* Auf das Fibrin aufgelagerte feinkörnige Schicht, in welcher bei *d* noch die Conturen der rothen Blutkörper sichtbar sind. *b* Kerne von farblosen Blutkörpern. *c* Vacuolen. Darunter das kanalisirte Fibrin, in dessen oberster Schicht die kleinen Kerne noch kuglig sind.

Fig. 7. Oberste Schicht des Chorions aus dem 7. Monat. Mitte der Placenta. $^{400}/_1$. Auf dem Chorion das kanalisirte Fibrin, mit eingeschlossenen grossen und kleinen Zellen; die Substanz ist in der nächsten Nähe der Zellen gleichmässig, noch nicht kanalisirt. Darüber das Chorionepithel.

Fig. 8. Kanalisirtes Fibrin aus dem 7. Monat. $^{400}/_1$. In den Kanälen sehr zahlreiche dichtstehende kuglige Kerne.

Fig. 9. Schema des Placentarbaus aus der 14. Woche. $^4/_1$. *a* Chorion. *b* Chorionzotten. *c* Serotina, in deren Tiefe die erweiterten Enden der Drüsen (*c'*); *d* Insuläre Knoten mütterlichen Gewebes. *e* Reflexa; zwischen ihr und Chorion laeve noch Zotten.

Fig. 10. Rand einer reifen Placenta. $^1/_1$. *a* Chorion mit Zottenstamm. *b* Zellschicht desselben am Rande mit der Serotina (*c*) und deren Septa (*c'*) verwachsen. *d* Grösseres Decidualseptum. *e* Säulenförmige Conglomerate von kleinen Zotten, grosszelligem Gewebe und kanalisirtem Fibrin. *f* Kanalisirtes und lamellöses Fibrin. In der Tiefe der Serotina die erweiterten Drüsenlumina.

Fig. 11. Chorion. Reife Placenta. $^{15}/_1$. *a* Chorion. *b* Lamellöse Schicht, auf welcher säulenförmige Zottenconglomerate aufstehen, zusammengehalten durch grosszellig-lamellöses Gewebe.

Fig. 12. Schnitt durch die Grenze zwischen Chorion und kanalisirtem Gewebe. $^{400}/_1$. Reife Placenta. In der obersten Partie des Chorions rundliche und halbrundliche kernhaltige Felder, vielleicht durch Umwandlung der tieferen Lagen der Zellschicht entstanden.

Fig. 13, *A.* u. *B.* Schnitte durch die Serotina und die angrenzenden Zottenmassen, um die Communication der mütterlichen Blutgefässe (*a a' a''*) mit den intervillösen Räumen zu zeigen. Beide Schnitte sind einer zusammenhängenden Schnittreihe entnommen und passen auf einander. *b* Eine korkzieherförmige Arterie. Die hellen Lücken in der Serotina stellen die erweiterten Drüsen dar. *c* Zotten.

Chorion laeve und Reflexa.

Fig. 14. Chorion der siebenten Woche. Insuläre Ausbreitungen grosszelligen Gewebes zwischen Epithel und Chorion. *A.* $^{400}/_1$. *B.* $^{120}/_1$. *A.* stellt die mit *a* bezeichnete Stelle von *B.* dar. In beiden Zeichnungen ist die Reflexa weggelassen, da an dieser Stelle noch keine Verbindung mit derselben vorhanden ist.

Fig. 15. 14. Woche. *A.* $^{300}/_1$. *a* Chorion. *b* Zellschicht desselben, in Verbindung mit der Reflexa *c*. Beide umschliessen Zotten *d*. *B.* $^{520}/_1$. Eine andre Stelle, um das Vorhandensein des Chorionepithels *c* auf der einschichtigen Zellschicht *b* zu zeigen. *a* Chorion.

Fig. 16. Vierter Monat. *A.* $^{120}/_1$. *a* Chorion. *a'* Chorionzotte. *b* Zellschicht. *c* Epithelreste. *d* Reflexa. *B.* Die Zellschicht $^{520}/_1$. *a* Reflexa; an dieser Stelle ist die Verklebung erfolgt, das Chorionepithel fehlt.

Kleinere Mittheilungen

von

Hermann Meyer,

Professor in Zürich.

1. Die obere Gelenkfläche des Atlas und der Condylus des Hinterhauptbeines.

Die Deutung der Theile des Atlas ist schon vielfach Gegenstand der Kontroverse gewesen. Es ist meine Absicht nicht, mich in diese Kontroverse einzumischen, dagegen glaube ich aber doch auf einen Punkt aufmerksam machen zu sollen, welcher bisher übersehen worden zu sein scheint, obgleich er für die angegebene Frage Bedeutung zu gewinnen unzweifelhaft geeignet ist.

Bei der Verknöcherung kann sich der vordere Bogen des Atlas in zweierlei Weise verhalten. Entweder nämlich wachsen die beiden den massae laterales des Atlas entsprechenden Knochenkerne nach vorn, bis sie sich in der Mittelebene des Körpers treffen und hier verschmelzen, — oder es entsteht in der Mitte des vorderen Bogens ein besonderer Knochenkern, welcher den Knochenkernen der massae laterales entgegenwächst und an einer seitlich gelegenen Stelle mit denselben zusammenfliesst. Der letztere Fall wird als der gewöhnliche hingestellt und ist es auch, soweit meine Beobachtungen über diesen Gegenstand reichen. Ist er schon aus diesem Grunde unzweifelhaft als Vertreter des typischen Verhältnisses anzusehen, so tritt die Nothwendigkeit hierfür noch mehr dadurch hervor, dass wir an dem Hinterhauptbeine ganz entsprechende Verhältnisse finden, welche nachher zu besprechen sein werden.

Beide Arten der Verknöcherung des vorderen Bogens des Atlas sind in einigen mir vorliegenden Präparaten in sehr belehrender Weise ausgesprochen. Diese sind nämlich vollständig ausgebildete Exemplare des Atlas, in welchen die Vereinigung der Knochenkerne nicht durch Verschmelzung stattgefunden hat, sondern durch Nahtbildung, so dass also das Gebiet eines jeden der Knochenkerne deutlich zu erkennen ist.

In dem einen Exemplare befindet sich eine Nahtlinie, senkrecht gestellt, gerade in der Mitte des vorderen Bogens. Hier war also der Bogen durch die beiden Knochenkerne der massae laterales gebildet. Für diesen Fall beschränke ich mich auf dessen Erwähnung.

In den beiden anderen Exemplaren ist auf das Vorhandensein eines besonderen Knochenkernes in dem vorderen Bogen des Atlas dadurch hingewiesen, dass zwei seitliche nach unten convergirende Nähte an den seitlichen Gränzen des vorderen Bogens sich vorfinden. Bei dem einen Exemplare, von welchem Fig. 1 die Vorderansicht zeigt, ist der hintere Bogen unvollständig gebildet, indem dessen beide Hälften in freie Spitzen auslaufen; — das zweite Exemplar, von welchem Fig. 2 die obere und Fig. 3 die untere Ansicht giebt, ist dagegen im Uebrigen ganz normal entwickelt.

Das Bemerkenswertheste an diesen beiden Exemplaren ist der Umstand, dass die Nahtlinie, welche den vorderen Bogen gegen die massae laterales ab-

gränzt, so durch die obere Gelenkfläche des Atlas hindurchgeht, dass sie einen namhaften vorderen Theil derselben abschneidet (vgl. Fig. 2). — Die untere

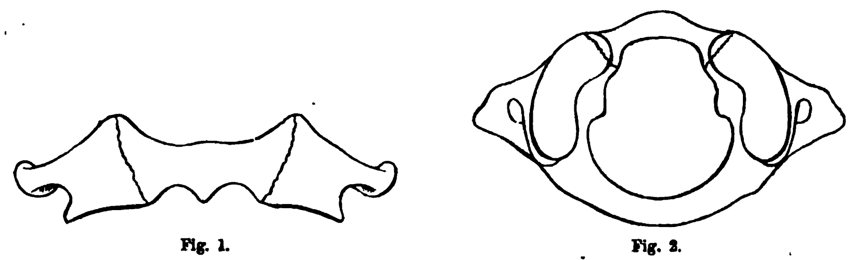


Fig. 1. Fig. 2.

Gelenkfläche der massae laterales wird in dem zweiten Exemplare an ihrem vorderen Rande von der Nahtlinie berührt, links fällt diese gerade in den Rand der Gelenkfläche, rechts dagegen schneidet sie noch ein unbedeutendes Stückchen der Gelenkfläche ab (vgl. Fig. 3). Diesem Umstande scheint indessen keine Bedeutung beigemessen werden zu dürfen, da bei dem ersten Exemplar die Nahtlinie um mehrere Millimeter von der unteren Gelenkfläche entfernt bleibt, wie

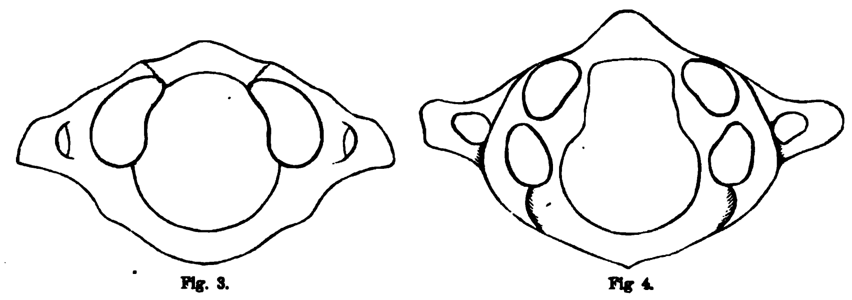


Fig. 3. Fig. 4.

auch in Fig. 1 angedeutet ist, und da die starke Konvergenz beider Nahtlinien nach unten auf eine Vermeidung der unteren Gelenkfläche hinweist.

Die obere Gelenkfläche des Atlas wird als aus zwei Elementen gebildet angesehen, deren Trennung gewöhnlich durch eine Einbuchtung des inneren Randes der Gelenkfläche angedeutet zu sein pflegt, gelegentlich aber auch wohl so vollständig gefunden wird, wie in dem in Fig. 4 abgebildeten Exemplare. Die vordere dieser beiden Gelenkflächen lässt man in der geläufigen Auffassung mit der pars basilaris des Hinterhauptes articuliren, und die hintere mit der pars condyloidea desselben. Eine seichte quere Rinne, welche man sehr häufig, namentlich an jugendlicheren Hinterhauptbeinen, findet und welche den Condylus in zwei den beiden Gelenkflächen des Atlas entsprechende Theile zerlegt, pflegt man dann als das Residuum der Trennung von pars basilaris und pars condyloidea anzusehen.

Dass diese letztere Auffassung unrichtig ist, beweist ein mir vorliegendes Hinterhauptbein, welches in Fig. 5 abgebildet ist. Es ist das vollständig ausgebildete Hinterhauptbein eines Erwachsenen. An demselben ist indessen die pars basilaris nicht mit der pars condyloidea beider Seiten verschmolzen, sondern sie ist nur durch eine Naht mit denselben verbunden. An den Condylen dieses Hinterhauptbeines sieht man deutlich jene flache Rinne (in der Zeichnung durch Schraffirung angedeutet), welche die beiden vorher erwähnten Gelenk-

flächen andeutungsweise trennt. Man sieht aber auch, dass die die pars basilaris abgränzende Naht nur den vorderen Theil der vorderen Gelenkfläche abschneidet, so dass man in dieser genöthigt ist zwei Elemente anzunehmen, von welchen nur das vorderste der pars basilaris angehört. Man kann dieses Verhältniss übrigens auch an dem Schädel von Kindern aus dem ersten Lebensjahre erkennen, indem man an solchen ausser der bekannten Rinne in der Mitte der Länge des Condylus noch eine zweite seichte Rinne findet, welche nach ihrer Lage der Naht des beschriebenen Hinterhauptbeines entspricht.

Untersucht man nun, welchem Theile der grössere hintere Theil der vorderen Gelenkfläche angehört, so findet man, dass dieser auf einem Theile der pars condyloidea liegt. Diese umgreift nämlich mit einem oberen und einem unteren Schenkel das foramen condyloideum anterius; beide Schenkel vereinigen sich auf der vorderen Seite des Loches und legen sich vereinigt an denjenigen Theil der pars basilaris an, welcher jene kleine Gelenkfläche trägt. Der untere dieser beiden Schenkel nun ist es, welcher den hinteren Theil der vorderen Abtheilung der Gelenkfläche des Condylus trägt. Dieses Verhältniss ist in Fig. 6 dargestellt, welches den rechtsseitigen Condylus von dem Schädel eines 2 bis 3jährigen Kindes in seitlicher unterer Ansicht wiedergiebt.

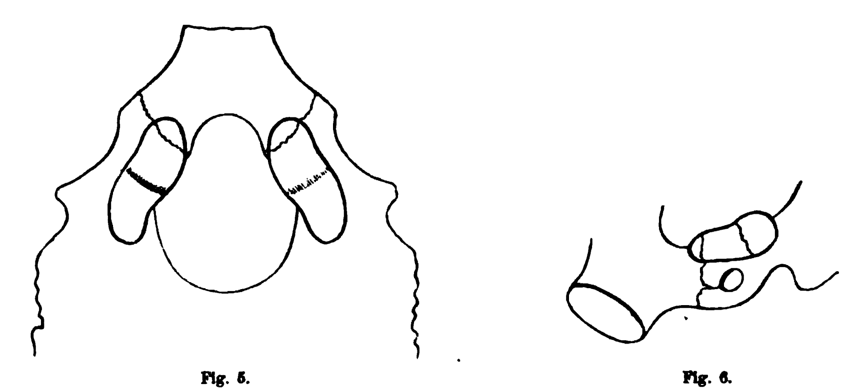


Fig. 5. Fig. 6.

Hinterhaupt und Atlas berühren sich daher mit drei genetisch geschiedenen Gelenkflächen, wenn diese auch im ausgebildeten Zustande als die einheitlichen Gelenkflächen des Condylus des Hinterhauptes und der oberen cavitas glenoides des Atlas erscheinen; und zwar entspricht

der Gelenkfläche auf der pars condyloidea hinter dem foramen condyloideum anterius — diejenige über der hinteren Wurzel des processus transversus des Atlas —

der Gelenkfläche auf dem unteren Schenkel des foramen condyloideum anterius — diejenige über der vorderen Wurzel des processus transversus des Atlas, —

der Gelenkfläche auf der pars basilaris des Hinterhauptes — diejenige auf dem Seitentheile des vorderen Bogens des Atlas.

2. Der processus „costarius" der Lendenwirbel.

Frenkel[1] erklärt sich auf Grund einer Reihe von Untersuchungen, welche zunächst auf Genese und Deutung der Alae des Kreuzbeines gerichtet waren, mit Entschiedenheit dahin, dass der processus „costarii" der Lendenwirbel nicht als abortive Rippen angesehen werden dürfen, sondern reine processus transversi

seien, und unterstützt diese Ansicht noch durch die in dem gleichen Sinne aufgestellten Meinungen früherer Autoren.

Ich fand mich dadurch aufgefordert, diesen Gegenstand noch einmal genauer zu prüfen und musste mich überzeugen, dass die Richtigkeit seiner Ansicht, wenn man ein geeignetes Objekt in die Hand bekommt, sehr leicht zu erkennen ist.

Da die Ansicht, als seien die processus „costarii" abortive Rippen, viel verführerisches hat und anscheinend wohl begründet ist, so ist sie noch die allgemein verbreitete. Frenkel's Ausführungen aber treten seinem Hauptthema gegenüber zu sehr in den Hintergrund, wenn sie auch einen wichtigen Theil seiner Beweisführung bilden. Ich bin dadurch veranlasst, auf die genaueren Ausführungen von Frenkel verweisend, anzugeben, wie man sich von der Thatsache überzeugen kann, dass die grossen processus transversi der Lendenwirbel nur processus transversi oder vielmehr Theile von solchen sind und keineswegs Rippen.

An dem zwölften Brustwirbel findet man den processus transversus durch drei Höckerchen ausgezeichnet. Ein tuberculum superius und ein tuberculum inferius bilden das obere und das untere Ende der gerundeten Kante, mit welcher der processus transversus endet; — und ein tuberculum anterius liegt vor dem t. inferius an der unteren Seite des processus transversus unterhalb der Rippe. Weiter nach oben gehend sieht man diese tubercula undeutlicher werden und namentlich wird das tuberculum anterius bald zu einer schwachen rauhen Leiste. — Hat man ein günstiges Objekt, so erscheint das tuberculum anterius des zwölften und etwa auch noch des elften Brustwirbels als ein kleiner Dorn (spina). Weiter hinunter gehend erkennt man dann leicht, wie an den Lendenwirbeln das tuberculum superius zum processus mammillaris wird, das tub. inferius zum processus transversus accessorius und das tuberculum anterius zum processus „costarius". — Diese drei processus sind also zusammen als Vertreter des processus transversus anzusehen, wie er sich an der Brustwirbelsäule den Rippen gegenüber stellt.

Es ist nicht nöthig, auf die Wichtigkeit dieser Auffassung für das Verständniss der Gestalt des Kreuzbeines noch besonders aufmerksam zu machen, indem dieses bereits hinlänglich durch Frenkel geschehen ist.

---

3. Der sinus transversus des Hinterhauptsbeines.

Bekanntlich pflegt der rechtsseitige sulcus transversus des Hinterhauptbeines stets weiter zu sein als der linksseitige, und in engstem Zusammenhange damit ist auch der Winkel zwischen ihm und dem Ende des sulcus longitudinalis mehr abgerundet.

Eine Erklärung für diese Erscheinung erinnere ich mich nicht irgendwo gefunden zu haben, obgleich doch vorauszusehen ist, dass die fast regelmässige Wiederkehr des angegebenen Verhältnisses sich auf Beziehungen stützen müsse, in welche die sinus transversi zu gewissen anderen Theilen gestellt sind. Sucht man solche Beziehungen zu gewinnen, so liegt die Erklärung ziemlich nahe.

Die grössere Weite des sinus transversus der rechten Seite und die Abrundung seines Abgangswinkels von dem sinus longitudinalis ist ein direkter Hinweis darauf, dass durch ihn eine stärkere Strömung geht, als durch den linksseitigen sinus transversus, und dass deswegen der rechtsseitige als der hauptsächlichste Abfluss des sinus longitudinalis anzusehen ist. Die Frage stellt sich demnach in

---

[1] Frenkel, Beiträge zur anatomischen Kenntniss des Kreuzbeines der Säugethiere. — *Jenaer Zeitschrift für Medicin.* Bd. VII. S. 391—435.

der Weise: Ist eine Ursache dafür zu finden, dass der rechtsseitige Abfluss des sinus longitudinalis die Strömung stärker an sich zieht, als der linksseitige?

Halten wir uns an die Verhältnisse innerhalb des Schädels und in dem Halse, so finden wir allerdings keine Antwort auf diese Frage; gehen wir aber weiter hinunter, so giebt sich eine solche in ganz genügender Weise durch die folgenden Verhältnisse.

Wenn man nur die Verlaufsrichtung als massgebend ansieht, so hat man die rechtsseitige vena anonyma als unmittelbare Fortsetzung der vena jugularis anzusehen, die linksseitige vena anonyma dagegen als unmittelbare Fortsetzung des vena subclavia. Ferner erscheint die vena cava superior als unmittelbare Fortsetzung der vena anonyma dextra, während die vena anonyma sinistra von der Seite her einmündet. — Der rechtsseitige Venenstrom von der Schädelbasis bis zu dem Herzen ist deshalb ein ebenso kurzer als gerader, während der linksseitige um die ganze Länge der vena anonyma sinistra länger und zweimal in einem Winkel abgeknickt ist und dabei auf quer vorübergehende Ströme stösst, in welche er einzumünden hat. — Auf der rechten Seite muss aus diesem Grunde der Venenstrom nicht nur überhaupt leichter sich bewegen, sondern es werden auch die verschiedenen den Blutfluss in den Venen befördernden aspiratorischen Momente hier unmittelbarer einwirken.

Es geht hieraus unverkennbar hervor, dass der in seiner Anlage zu beiden sinus transversi gleichmässig gestellte sinus longitudinalis einen viel leichteren Abfluss durch den rechtsseitigen sinus transversus findet und dass dieser sich deshalb auch in entsprechender Weise stärker ausbilden muss.

Aehnliche Verhältnisse, jedoch mit entgegengesetztem Erfolge, werden an dem plexus pampiniformis gefunden. Es wird deshalb noch nöthig sein, den hierdurch gegebenen scheinbaren Widerspruch durch einen weiter geführten Vergleich der beiden Erscheinungen zu lösen.

Es wird als eine feststehende Erfahrung angegeben, dass die Varikosität des plexus pampiniformis, welche als Varikocele bezeichnet wird, häufiger an dem linken Hoden beobachtet wird; zu dieser Erfahrung passt es, dass ich mehrmals umfangreichere Varikositäten des plexus pampiniformis auch an Ovarien beobachtet habe und diese nur auf der linken Seite. — Varikositäten weisen stets auf Hemmung des Venenblutstromes hin. Dass eine solche auf der linken Seite leichter vorkommen muss, als auf der rechten, ist leicht verständlich, wenn man berücksichtigt, dass die linke vena spermatica unter einem rechten Winkel in die vena renalis einzumünden pflegt, während die rechte vena spermatica sich unter einem sehr spitzen Winkel in die vena cava inferior einsenkt. Hier ist also ein ähnliches Verhältniss, wie das vorher besprochene des linken Kopfvenenblutstromes. Warum aber bei diesen übereinstimmenden Verhältnissen in dem einen Falle Varikositäten entstehen und in dem anderen Falle eine Verkümmerung der Blutbahn, erklärt sich aus den Nebenumständen. Bei der Bahn der Kopfvenen zeigt sich, wie oben entwickelt, weniger eine Hemmung des Blutlaufes auf der linken Seite als eine wesentliche Erleichterung desselben auf der rechten Seite; deshalb wird diese letztere Bahn vorzugsweise benutzt und die linksseitige Bahn wird wegen unvollständigerer Benutzung enger, während die mehr benutzte rechtsseitige weiter wird. Bei dem linken plexus pampiniformis ist dagegen unter geeigneten Verhältnissen eine wirkliche Hemmung der Strömung ohne die Möglichkeit einer ableitenden Nebenströmung und deshalb müssen hier Varikositäten entstehen.

Aus der anatomischen Anstalt in Graz.

Beschreibung einiger Apparate und Vorrichtungen.

Von

Prof. Planer.

(Hierzu Tafel IX u. X.)

In dem im zweiten Bande der *Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte* enthaltenen Berichte über die anatomische Anstalt zu Leipzig erwähnte Prof. His auch einiger Apparate, welche er in dem anatomischen Institute in Graz kennen gelernt hatte, ohne dieselben jedoch näher zu besprechen. Dieser Umstand, besonders aber das durch zahlreiche an mich gelangende Anfragen sich kundgebende Interesse von Fachgenossen an diesen Apparaten lassen mir eine Beschreibung derselben in diesem Fachjournale nicht unpassend erscheinen.

I. Macerations-Apparat. (Taf. IX.)

Vor Allem glaube ich die von mir zusammengestellte Vorrichtung zur Macerirung der Knochen empfehlen zu können, nachdem sich dieselbe in meinem Institute nach jeder Richtung als zweckmässig bewährt hat und auch bereits in mehreren anderen anatomischen Anstalten erprobt worden ist. Der für das pathologisch-anatomische Institut in Graz, jedoch mit Modificationen oder Ausserachtlassung einiger wichtiger Details nachgeahmte Apparat fand allerdings bereits in einem Berichte über dieses Institut eine Besprechung, welche jedoch eine brauchbare Beschreibung und Zeichnung des Original-Apparates durchaus nicht überflüssig erscheinen lässt.

Die Aufgabe, die ich mir bei Zusammenstellung des Apparates gestellt hatte, bestand erstens darin, die zur raschen Fäulniss erforderliche Temperatur des Wassers in den Macerations-Gefässen mit möglichst geringen Kosten herzustellen und auf leicht und verlässlich regulirbare Weise constant zu erhalten, und zweitens das Entweichen von Fäulnissgasen aus dem Apparate zu verhindern.

Die Vorrichtung besteht:

1) aus verschliessbaren Wannen (Fig. 1 u. 2), in welchen bis zur Vollendung der Maceration die Temperatur durch Zuleitung erwärmten Wassers constant auf etwa 35—40° C. erhalten wird. Hiezu ist für ein Macerirgefäss von $1^1/_2$ Hectoliter Inhalt bei 6° Lufttemperatur im Locale ein Zufluss von höchstens 20 Liter auf 50° C. erwärmten Wassers pr. Stunde nöthig. Da die Zuleitung warmen Wassers hauptsächlich nur den Zweck hat, das Wasser in den Wannen auf dem erforderlichen Wärmegrade zu erhalten, wäre ein reichlicherer Wasserzufluss zwecklos, würde einen übermässig grossen Gasverbrauch bedingen und wahrscheinlich die Fäulniss nur verlangsamen.

Die Wannen sind aus starkem Zinkbleche verfertigt, die Wände derselben durch Zink- und Eisenleisten gegen Ausbuchtung verstärkt.[1]

Die Zuflussöffnung für warmes und kaltes Wasser befindet sich an einer Seitenwand nahe dem Boden, die Abflussöffnungen an der entgegengesetzten, und zwar eine für das Ueberlaufwasser oben und eine zweite durch einen Hahn verschliessbare und durch ein Sieb gedeckte zur Entleerung der Wanne unten. Bei ersterer ist aber ein sorgfältigerer Schutz gegen Verstopfung nöthig, damit kein Ueberlaufen der Wanne stattfinden kann. Dieselbe ist zunächst durch ein angelöthetes Sieb (Figg. 3 u. 4) und dieses selbst durch einen Mantel gedeckt, der in seinem unteren Theile mehrfach durchlöchert und hier wieder durch einen schief aufsteigenden, abhebbaren Schirm gegen Verstopfung ge-

---

[1] Hierorts sind sechs Macerations-Wannen nachstehender Dimensionen aufgestellt:

	Länge	Tiefe	Höhe
		in Centimetern.	
1)	48	48	62
2)	65	48	62
3)	65	48	48
4)	80	48	48
5)	80	48	48
6)	98	65	52

schützt ist. Da die aufsteigenden Fettmassen und Gewebsreste längs dieses Schirmes hinaufgleiten und das Abflusswasser nur durch die Spalte zwischen Schirm und Mantel in den Mantelraum zur Abflussöffnung gelangen kann, ist diese und das Abflussrohr gegen Verstopfung ganz gesichert; dabei sind alle diese Theile einer mitunter vorzunehmenden Reinigung leicht zugänglich. Während eines vierjährigen Betriebes kam hier noch keine Verstopfung von Röhren oder Ueberlaufen von Wannen vor.

Zur Ableitung des Ueberlaufwassers liegt unter dem mit Asphalt gedeckten Boden des Locales ein Eisenrohr, welches in das Hauptablaufsrohr mündet, das, gleichfalls von Eisen, durch die ganze Länge des Gebäudes gelegt, das gesammte Ablaufwasser aufnimmt und dieses erst ausserhalb des Gebäudes zunächst in eine Desinfectionsmittel enthaltende Schlammgrube und von hier in den städtischen Kanal entleert. Zur behördlich vorgeschriebenen Desinficirung des Ablaufwassers verwende ich gelöschten Kalk mit ungereinigter Carbolsäure oder auch käuflichen ungereinigten carbolsauren Kalk; durch ersteren wird das aus den Macerationswannen ablaufende Wasser ganz geruchlos, ohne dass dadurch Amoniak in merklicher Menge entbunden wird; durch den Zusatz von Carbolsäure wird die Bildung von Pilzen verhindert, welche die Abflussröhren meiner Anstalt vor Gebrauch dieses Mittels häufig verstopften. Dabei erspare ich das hierorts ziemlich theuere Magnesiasalz des Süvern'schen Desinfectionsmittels.

2) Der Verschluss der Macerir-Wannen ist durch einen Deckel bewerkstelligt, der in einer mit Wasser gefüllten Rinne sitzt (Fig. 5). Zur Ableitung der Fäulnissgase sind die Wannen mit einem schief über denselben an der Wand aufsteigenden, 3^{cm} weiten Eisenrohre in Verbindung, welches offen im Freien beginnt und an der Decke des Locales in einen Ventilationsschlott mündet, woselbst vor der Oeffnung des Abzugsrohres eine Gasflamme entzündet werden kann. Durch den aufsteigenden Luftstrom werden die Fäulnissgase aus den Wannen so kräftig aspirirt, dass selbst bei mangelhaftem Verschluss der Macerationswannen keine Gase in das Local gelangen und dieses ganz geruchlos bleibt. Sämmtliche Verbindungen der Wannen mit den Wasser- und Gas-Ableitungsröhren sind durch Kautschukschläuche hergestellt.

3) Zur Erwärmung des Wassers dient ein an beiden Enden geschlossener Hohlcylinder aus Kupfer von 54^{cm} Höhe und 21^{cm} Durchmesser (Fig. 6 und Figg. 7 u. 8 im Längs- und Querschnitt), welcher von einem Mantel aus Kupfer umgeben und von Röhren durchzogen ist, unter welchen Gasflammen brennen, so dass die Verbrennungsgase durch diese Röhren in den Mantelraum ziehen, von wo sie durch einen kleinen

Schornstein abgeführt werden, auf welchem langen Wege sie vollständig ausgenützt werden.

Als Deckel des Mantels ist ein allseitig geschlossener Vorwärmer angebracht, in welchen das kalte Wasser zunächst gelangt; hierauf durchströmt dasselbe den Wärmecylinder in der Richtung von unten nach oben, wobei es sich bei entsprechend regulirtem Abflusse auf etwa 50—60 ° C. erwärmt und in das zu den Macerationswannen führende Warmwasserrohr gelangt, welches durch schlechte Wärmeleiter gut isolirt sein muss.

Um alle Luft aus dem Vorwärmer und Wärmecylinder entfernen zu können, sind an den obersten Punkten beider durch Hähne verschliessbare Röhrchen angebracht, welche auch zeitweilig zur Entfernung etwa angesammelter Gase zu öffnen sind.

Der Vorwärmer kann unmittelbar mit der Wasserleitung in Verbindung gesetzt werden, wenn der Druck in dieser nicht zu gross ist; in letzterem Falle muss ein kleines Wasserreservoir mit einem Schwimmkugelhahn eingeschaltet werden, welches jedoch höher als der Vorwärmer angebracht sein soll, um genügenden Druck in der Warmwasserleitung zu erzielen, der zur verlässlichen Regulirung des Wasserzuflusses in die Wannen, wie mich die Erfahrung lehrte, nöthig ist. Hierorts ist dasselbe im Erdgeschosse, der Macerations-Apparat im Souterrain aufgestellt.

Zur Erwärmung des Wassers im Wärmecylinder benutze ich gewöhnliche Bunsen-Gasbrenner. Beim Entzünden derselben ist zur Vermeidung einer Explosion Acht zu nehmen, dass kein Gas in die Heizröhren und den Mantelraum gelangt, daher die Gaslampen nicht unter den Heizröhren angezündet, sondern bereits brennend unter sie geschoben werden sollen. Um die Temperatur des Wassers in den Macerir-Wannen auf 35 ° C. zu erhalten, sind durchschnittlich per Wanne $1^1/_2$ Flammen nöthig; für 1 Wanne mithin 2, für 2 Wannen 3 Flammen u. s. f.

Zur Sicherung des Wärmekessels für den Fall einer unvorhergesehenen Unterbrechung des Wasserzuflusses, während der Apparat in Thätigkeit ist, liess ich an dem Sperrhahne des Gasleitungsrohres einen zweiarmigen Hebel anbringen (Fig. 9), an dessen einem Ende ein Tropfgefäss befestigt ist, in welches vom Wasserzuleitungsrohre tropfenweise Wasser in dem Masse fällt, als es aus dem Gefässe abtropft; an dem anderen Ende hängt eine Schale, die mit Blei so weit belastet wird, dass sie dem mit Wasser gefüllten Tropfgefässe des anderen Hebelendes das Gleichgewicht hält. Sobald nach Unterbrechung des Wasserzuflusses das Tropfgefäss sich entleert, wird durch das Uebergewicht des anderen Hebelarmes der Hahn des Gasleitungsrohres geschlossen und damit die Gasflamme gelöscht.

Da der Apparat nur zeitweilig in Thätigkeit gesetzt wird, wenn eine grössere Menge zu macerirender Knochen angesammelt ist und die Fäulniss in diesem Warmwasserbade rasch vor sich geht, sind die Kosten des Gasverbrauchs ganz mässig. Schädel jüngeren Alters sind meist schon in drei Tagen von allen Weichtheilen frei, Knochen von älteren Individuen oder Knochen, die eher ausgewässert wurden, bedürfen vier bis acht Tage.

Nach Vollendung der Maceration wird kaltes Wasser durch die Wannen zur weiteren Auswässerung der Knochen geleitet, wornach dieselben gereinigt, getrocknet und hierauf entfettet werden.

II. Entfettungs-Apparat. (Taf. X.)

Der in meiner Anstalt zur Entfettung der Knochen dienende Apparat (Figg. 1 und 2) besteht aus einer Tonne (*A*) aus verzinntem Kupfer von 85^{cm} Höhe und 36^{cm} Durchmesser, die mit ihrem unteren Theile in ein Wasserbad eingesenkt ist (*B*) und oben durch eine Kühlwanne (*C*) geschlossen ist. Im unteren Theile des Tonnenraumes ist ein entfernbares Sieb angebracht, über welches die Knochen geschichtet werden, worauf etwa 6 Liter Benzin in die Tonne gegossen werden. Das am Deckel der Tonne condensirte Benzin tropft über die Knochen zurück, löst das Fett derselben auf und kommt fortwährend neuerdings zur Verwendung. Zur gleichförmigen Vertheilung des herabtropfenden Benzins sind am Tonnendeckel knopfförmige Erhabenheiten angebracht. Die Verbindung der Tonne mit der Kühlwanne ist durch Schrauben mit Bleidichtung bewerkstelligt. Aus der Tonne führt ein Rohr zu einem seitwärts oberhalb derselben befindlichen Kühlgefässe (*D*), durchläuft dasselbe in nach oben gerichteten Spiralwindungen und mündet schliesslich in einen Ventilationsschlauch oder in's Freie; die Mündung kann durch ein, Ein- und Austritt von Luft gestattendes, Wasser- oder Quecksilberventil geschlossen werden.

Genügende Sicherheit bietet auch der von Prof. Schwarz für das hierortige pathologisch-anatomische Institut konstruirte und von Prof. Heschl beschriebene Apparat, dem der in meiner Anstalt in Verwendung stehende im Wesentlichen nachgebildet ist. Bei diesem ist die Verbindung der Tonne mit der Kühlwanne durch Wasserverschluss hergestellt (Fig. 3) und es fehlt das in's Freie führende Rohr, so dass die Luft bei der Erwärmung und Abkühlung der Tonne durch die Wasserrinne ein- und austreten muss, daher der Wasserverschluss so einzurichten ist, dass das Wasser der Verschlussrinne bei Abkühlung der Tonne nicht einge-

saugt wird. Da bei dieser Einrichtung bei stärkerer Spannung der Dämpfe auch Benzindampf aus dem Apparate nach Aussen in das Local tritt, ist selbstverständlich für ausgiebige Ventilation durch Zugluft zu sorgen und Vorsicht anzuwenden. Obgleich Luft in die Tonne durch das Wasser der Verschlussrinne ein- und austreten kann, ist es doch nöthig, an derselben ein nach Innen sich öffnendes Ventil anzubringen, da bei rascher Abkühlung der Tonne der Deckel durch den Luftdruck so fest angedrückt wird, dass der Lufteintritt gehindert ist. Selbstverständlich kann auch bei dieser Art des Verschlusses zur vollkommenen Sicherheit ein durch ein Kühlgefäss geleitetes Abzugsrohr in's Freie geführt werden.

Sobald der Apparat sich erwärmt, entweicht Luft mit leicht flüchtigen Bestandtheilen des Benzin; späterhin arbeitet der Apparat aber ganz ruhig, wenn man jede Abkühlung der Tonne hintanhält. Man unterhält die Heizung des Wasserbades anfänglich mit einer, später mit zwei Gasflammen, so lange die Tonnenwand warm bleibt; erkaltet dieselbe in ihrer oberen Hälfte, was in der Regel nach ungefähr 48 Stunden der Fall ist, so sind die Flammen zu löschen. Es ist dies ein Zeichen, dass das noch vorhandene Benzin nur mehr schwer flüchtige Bestandtheile enthält, deren Siedepunkt über dem des Wassers liegt, die sich mithin im Wasserbade nicht mehr verflüchtigen und daher im Apparate nicht mehr in Wirksamkeit treten.

Die Knochen, welche, wenn der Apparat 48 Stunden lang ununterbrochen im Gange war, in der Regel vollkommen entfettet sind, werden hierauf in heisses Wasser gelegt und mit Seife und Bürste gewaschen. Dass den Dienern auch bei Vornahme dieser Manipulation wegen der leichten Entzündlichkeit der Benzindämpfe Vorsicht einzuschärfen ist, dass im Lokale kein Licht brennen darf, ist selbstverständlich.

Nachdem die Knochen vollkommen gereinigt sind, werden sie getrocknet, an der Sonne gebleicht und hierauf mit einer dünnflüssigen Gelatine-Lösung überstrichen.

III.

Als sehr zweckmässig und gut verwendbar bewährte sich auch der nach meinen Angaben hergestellte Eiskeller oder vielmehr Eisschrank. (Taf. X.)

Da ich durch eigene und fremde Erfahrung belehrt war, dass die Eiskeller anatomischer Anstalten in der Regel nicht oder nur wenig benutzt werden, weil ihre Füllung zu kostspielig oder weil ihre Lage

zu unbequem für die Diener ist, war mir die Rücksicht massgebend, den Eisraum möglichst gegen Wärmezutritt zu schützen, um mit einer kleineren Quantität von Eis auszulangen und den Dienern die Manipulation zu erleichtern, ja recht bequem zu machen, welche Zwecke ich sehr zufriedenstellend erreichte, indem ich im Souterrain in unmittelbarer Nähe des Aufzuges, mittelst dessen die Leichen in den Hör- und Secirsaal geschafft werden, einen Raum von etwa 45 ^{Cm} abmauern liess und diesem ungefähr die Einrichtung der in Haus- und Gastwirthschaften gebräuchlichen Eisschränke gab.

Der Eisraum ist ringsum durch doppelte Wände (Figg. 4 u. 5), deren Zwischenraum mit schlechten Wärmeleitern gefüllt ist, isolirt; in denselben ragen 4 muffelförmige Röhren aus Kesselblech hinein, von je 2 ^{m} Länge, 0·65 ^{m} Breite und 0·45 ^{m} Höhe, in welchen auf Tassen, die über Rollen laufen, die Leichen und Präparate liegen, wie die Durchschnittszeichnung Fig. 4 ersichtlich macht. Allerdings wären Thonröhren als schlechte Wärmeleiter vorzuziehen gewesen.

Vor dem Zugange zu je zwei übereinanderliegenden Röhren, von denen jede zunächst durch ein Thürchen geschlossen ist, befindet sich eine gutschliessende Thüre mit doppelter Holzverschalung, deren Zwischenraum mit schlechten Wärmeleitern gefüllt ist; ebenso wird die Einwurfsöffnung für das Eis, welche möglichst hoch angebracht ist, nach geschehener Füllung sorgfältig durch schlechte Wärmeleiter verschlossen und von Aussen zugemauert.

Zur Füllung des freibleibenden Raumes sind 12—15 Wagenladungen Eis erforderlich, welches, in kleine Stücke zerschlagen, um die Röhren festgestossen wird, wobei jede Schicht mit Kochsalz bestreut und mit etwas Wasser übergossen wird. Dabei frieren die kleinen Eisstücke zu einem soliden Eisblocke zusammen, welcher, nachdem der Eisraum nach allen Seiten hin gut isolirt ist und nie geöffnet wird, sich über den Sommer bis zum Beginn der kälteren Jahreszeit erhält.

Durch Benutzung dieses Eisschrankes habe ich auch im heissen Sommer stets frisches Material zur Verfügung, da die Leichen sich in dieser Temperatur, nahe dem Gefrierpunkte, durch mehrere Wochen ganz gut erhalten; sämmtliche in Arbeit stehende Präparate werden während der Arbeitspausen in diesem Eisschranke aufbewahrt, wo sie, gegen Austrocknung gesichert, sich durch lange Zeit frisch und schön erhalten, wobei ich die Schimmelbildung dadurch mit vollständigem Erfolg verhindere, dass ich in jedes Rohr eine flache Schale mit weingeistiger Carbolsäurelösung stelle.

Nachdem ich die Brauchbarkeit und Zweckmässigkeit dieses Eisschrankes, an welchem bezüglich der Isolirung weitere Verbesserungen angebracht werden können, nun durch vier Jahre erprobt habe, innerhalb welcher Zeit derselbe in ausgedehntester Weise benutzt worden ist, kann ich ihn allen Instituten, welche Kühlräume mässiger Dimensionen benöthigen, insbesonderee anatomischen und pathologisch-anatomischen Anstalten bestens empfehlen.

Die ligamenta suspensoria diaphragmatis des Menschen.

Von

Dr. E. v. Teutleben,

Assistenten an der anatomischen Anstalt in Leipzig.

(Hierzu Tafel XI.)

Bei der Inspiration tritt das Zwerchfell herab. Früher war wohl die Annahme gemein, dass die in der Ruhe nach oben convexe tendinöse Zwerchfellkuppel herabsteige. Die Vivisectionen haben aber gezeigt, dass vornehmlich die Seitentheile des Zwerchfelles, die muskulösen Partien desselben die Excursion ausführen, während das centrum tendineum sich nur wenig an dieser Bewegung betheiligt, also relativ fixirt ist. Auch unter den pathologischen Verhältnissen, bei denen ein Tiefstand des Zwerchfelles constant beobachtet wird, sind es besonders die seitlichen Theile desselben, die die Dislocation erleiden. Dies findet sich bei Asthma, bei Emphysem, bei Pleuritis, bei Pneumothorax. Gleichzeitig kann aber auch das centrum tendineum etwas herabrücken, wie sich aus der Untersuchung des Spitzenstosses des Herzens ergiebt, so in gewissen Fällen von Emphysem, bei Hypertrophie des Herzens, bei dem tonischen Krampfe des Zwerchfelles, bei Perikarditis. Immer aber ist die Dislocation des sehnigen Mittelstückes gegenüber den Lageveränderungen der seitlichen Theile des Zwerchfelles eine sehr geringe. Es müssen also Einrichtungen vorhanden sein, durch die diese relative Feststellung des mittleren Theiles des Zwerchfelles gegeben ist. Man sucht aber in den Lehrbüchern der Anatomie und Physiologie bei der Beschreibung des Zwerchfelles und dessen Bewegungen vergebens nach einem Apparat, der das centrum tendineum nach aufwärts fixirt und dadurch den Zwerchfellmuskel in zwei symmetrisch zur Mittellinie gelegene Muskeln zerlegt, die sich jeder mehr oder weniger unabhängig vom andern contrahiren können.

Nur einzelne Theile dieses Apparates sind beschrieben und zwar ohne Rücksicht auf dieses von der Physiologie gestellte anatomische Postulat. Das ligt. sterno-pericardiacum superius (Luschka) kann die Beweglichkeit des Herzbeutels nach abwärts beschränken, und durch den Zug, den dasselbe durch das pericardium externum hindurch unmittelbar auf das mit demselben fest verwachsene centrum tendineum ausübt, eine gewisse Fixirung dieses letzteren bedingen. Auch wurde dem Umstande Beachtung geschenkt, dass das parietale Blatt des Herzbeutels, das mit dem sehnigen Mittelstücke des Zwerchfelles fest verbunden erscheint, oben an die adventitia der grossen Gefässstämme angeheftet ist, diese letztere aber wieder mit den umgebenden Geweben sich fest verbindet, auch mit dem tiefliegenden Blatte der fascia colli zusammenhängt,[1] eine Verbindung, durch welche eine Einwirkung auf das centrum tendineum in gleichem Sinne ausgeübt werden müsse, wie dieselbe durch das ligt. sterno-pericardiacum sup. gegeben sei.

Es ist ferner darauf hingewiesen worden, dass der Herzbeutel von den Seiten her und theilweise auch vorne von der Pleura überzogen ist, die Pleurasäcke aber wiederum an der Innenseite des Thorax sich anheften; hierdurch erhalte der Herzbeutel eine Art Fixationsmittel, welches mit dazu beitragen könne, demselben seine mittlere Lage zu sichern, also auch indirect eine gewisse Feststellung des centrum tendineum zu bewirken. Man hat ausserdem der Verbindung dieses letzteren mit den Mediastinalplatten, dem sogenannten ligt. pulmonale, eine Wirkung in dem gedachten Sinne zuschreiben wollen. Hierbei müsste natürlich die Lungenwurzel selbst irgendwie festgestellt sein — und es ist eine seit länger gekannte Thatsache, dass die Lungenwurzeln bei den In- und Exspirationsbewegungen ihre Lage fast unverändert beibehalten. Dafür hat man wieder eine Erklärung gesucht in dem Umstande, dass die gesammte Lunge in Folge des continuirlichen Ueberganges der pleura pulmonalis in die an die Innenseite des Thorax angelöthete pleura costalis eine gewisse Art von Fixationsmittel erhalten habe, oder auch dem Umstande mit Rechnung getragen, dass bei den Inspirationsbewegungen die Lunge nicht nur nach unten, sondern auch, und besonders bei etwas energischerem Athmen, nach aussen und nach oben bewegt resp. auseinander gezogen wird, Bewegungen also in drei verschiedenen Richtungen, die in ihrer gegenseitigen, theilweise einander aufhebenden Wirkung auf einander eine ziemlich gleichbleibende Lage des mittleren Theiles der Lunge, d. h. der Lungenwurzel bedingten.

---

[1] Man kann desshalb von einer Insertion dieses Blattes an den Herzbeutel sprechen — daher der Namé fascia cervico-pericardiaca bei französischen Autoren.

Von einem Bandapparate, der das centrum tendineum an die Halswirbelsäule befestigt und aufhängt und dadurch auch die Lungenwurzel mehr oder weniger fixirt und somit eine Topographie der Brusteingeweide erst möglich macht, war nichts bekannt, wenigstens fand ich beim Beginn meiner Arbeit nichts davon in der Literatur. Erst am Schlusse derselben gelang es mir, eine fast verschollene Notiz von Béraud zu entdecken, die in gleichem Sinne wie meine Untersuchungen den fibrösen Antheil des Herzbeutels behandelt. Sie soll unten ausführlich citirt werden.

Um zunächst zu wissen, wie gross die Dislocation des Zwerchfelles sei, habe ich an Kinderleichen einige Versuche angestellt. Es wurden an dem Cadaver die Baucheingeweide entfernt und die vorderen und seitlichen Bauchwände abgetragen, um die untere Fläche des Zwerchfelles deutlich übersehen zu können. Dicht am Rande des foramen quadrilaterum wurde eine deutlich sichtbare Marke angebracht. Hierauf wurde das Cadaver an einem senkrecht stehenden Brette dadurch aufgehängt, dass der Hals zwischen zwei hölzerne Stifte gesteckt wurde, so dass der Kopf auf den Stiften auflag und der Körper in natürlicher Haltung herabhing. Vermittelst eines an einem senkrecht vor dem Cadaver stehenden Stabe auf und ab verschiebbaren, horizontal gerichteten und an der dem Cadaver zugekehrten Seite nach aufwärts gebogenen Drahtes, wurde der Stand der Marke, d. h. der Stand des centrum tendineum gemessen. Darauf wurden in den beiden obersten Interkostalräumen Oeffnungen in die Thoraxwand geschnitten und beide Thoraxhälften mit Wasser angefüllt. Die Seitentheile des Zwerchfelles wurden dadurch stark nach unten ausgebauscht. Darauf wurde der Stand der Marke wieder gemessen. Dieselbe war gegen $1^1/_2$ bis 2^{cm} tiefer gerückt. Nun wurden mit einem scharfen in die Oeffnungen in den obersten Interkostalräumen eingeführten Messer alle zwischen Wirbelsäule und Brustbein gelegenen Weichtheile durchschnitten, wobei besonders Bedacht genommen wurde, die unmittelbar vor und auf der Wirbelsäule gelegenen Theile scharf zu trennen. Jetzt wurde der Stand der Marke wieder gemessen. Dieselbe war wieder gegen 2^{cm} tiefer gerückt. Hieraus folgt erstens, dass bei Belastung der oberen Zwerchfellfläche das centrum tendineum — wie dies ja auch die oben angeführten pathologischen Fälle zeigen — etwas herabrückt, bald etwas mehr, bald etwas weniger, zweitens aber, dass durch die Durchtrennung aller zwischen Wirbelsäule und Brustbein gelegenen Theile Momente ausser Wirksamkeit gesetzt wurden, die vor der Durchschneidung das sehnige Mittelstück des Zwerchfelles auf einer höheren Stelle fixirt gehalten hatten.

Dass die oben besprochene Verbindung des Zwerchfelles mit dem

Pericardium, und durch das fibröse Blatt desselben hindurch mit der adventitia der grossen Gefässstämme keine irgendwie bedeutende Wirkung in dem gedachten Sinne äussern kann, leuchtet ein. Von Gebilden ausgehend, die selbst wieder der Sicherung gegen Ortsveränderung bedürfen, würde diese Aufhängevorrichtung möglichst ungünstig für Erreichung eines derartigen Zweckes angeordnet sein, ganz abgesehen davon, dass die Gefässwände einer stetigen Zerrung ausgesetzt sein würden. Dem schwachen ligamentum sterno-pericardiacum sup. kann doch wohl nur eine minimale Wirkung in dem gedachten Sinne zugeschrieben werden. Da dasselbe an der vorderen Wand des Herzbeutels sich anheftet, so kann es doch höchstens nur auf den vorderen Theil des centrum tendineum — durch das äussere Pericard hindurch — eine Wirkung ausüben, aber niemals verhindern, dass die hinteren Theile desselben sich herabsenken. Es lässt sich aber durch die anatomische Präparation nachweisen, dass es die erwähnten Bandmassen sind, die das centrum tendineum an der Wirbelsäule aufhängen.

Am besten untersucht man dieselben an Leichen von Erwachsenen. Wenn man an dem auf dem Rücken liegenden Cadaver von beiden Seiten die Rippen und die Lungen wegnimmt, hierauf Oesophagus und Trachea in der Höhe der untersten Halswirbel quer durchschneidet und von der Wirbelsäule ab in die Höhe zieht, so findet man dieselben durch lockeres Bindegewebe an die fascia praevertebralis angeheftet. Diese Verbindung kann sehr leicht getrennt werden, und es entsteht dadurch eine sackartige Vertiefung, die in das hintere Mediastinum hinabführt. Vorn ist dieselbe begrenzt von dem Oesophagus und der Trachea, hinten von der auf der Wirbelsäule liegenden fascia praevertebralis. Die seitliche Begrenzung bilden zwei starke Bindegewebsplatten, die von der Scheide der grossen Gefässstämme resp. dem Pericardium nach hinten ziehen und sich mit der genannten fascia verbinden. In diesen Bindegewebsplatten verläuft der obere Theil der ligamenta suspensoria diaphragmatis nach abwärts.

In der Höhe der drei unteren Halswirbel verdickt sich die fascia praevertebralis. In dem Gewebe derselben treten auf beiden Seiten rundliche, strangförmige Züge hervor, die sich von den dünneren Theilen ihrer Umgebung scharf absetzen. Präparirt man diese dünneren Partien der fascia hinweg, so kommen die strangförmigen Züge isolirt zum Vorschein. Im natürlichen Zustande aber sind diese Bänder in die Substanz der fascia eingewebt und entspringen beiderseits von den vorderen und seitlichen Flächen der Körper der unteren Hals- und oberen Brustwirbel. Der Ursprung derselben reicht oft herauf bis zum vierten Hals- und herab bis zum vierten oder auch fünften Brustwirbel. Diese Bandmassen

lassen sich besonders deutlich übersehen, wenn man die quer durchschnittene Trachea stark von der Wirbelsäule nach vorn abzieht. Dieselben verhalten sich auf beiden Seiten verschieden. Auf der rechten Seite (Taf. XI, obere Figur) schlagen sich dieselben mit einem oberflächlichen Theile um die arteria·anonyma und den Anfang der carotis und subclavia dextra herum, und gehen von hier aus in das fibröse Blatt des Herzbeutels über, mit einem tieferen Zuge gelangen sie über den Oesophagus wegziehend an die Trachea, besonders an deren Seitentheile. Von hier aus steigt dieser tiefe Faserzug nach abwärts bis zur Lungenwurzel, das heisst er begleitet den rechten bronchus bis hinab zu dessen Eintritt in die Lunge, wo er mit dem um die Bronchialdrüsen herum befindlichen Bindegewebe fest verwachsen ist. Von unten her löst sich von dem centrum tendineum des Zwerchfelles ein Fascienzug ab, der von dem äusseren Umfange des foramen quadrilaterum seinen Ursprung nimmt und an der äusseren Seite des Pericardium nach aufwärts zieht. Wenn man das unterhalb des Zwerchfelles von der unteren Körperhälfte abgetrennte obere Cadaverstück auf den Rücken legt, und an dem centrum tendineum durch angehängte Gewichte einen constanten nicht zu schwachen Zug anbringt, so fühlt man an der Aussenseite des foramen quadrilaterum sehr deutlich diesen fasciösen Streifen. Derselbe lässt sich leicht von dem Pericardium in der Breite von 2—3 ^{cm} isoliren. Er zieht nach aufwärts bis zum unteren Rande der Lungenwurzel, an welche er sich mit einem Theile seiner Fasern ansetzt, während eine andere Portion derselben sich an dem vorderen Umfange der Lungenwurzel verliert. Bisweilen kann man einen Theil dieses Zuges nach aufwärts verfolgen bis zum oberen Rande derselben, also bis zu der Gegend, an der sich der von oben kommende Fascienzug anheftet.

Ein Stückchen von diesem Bande hat Luschka[1] beschrieben. Er spricht von dem Rande des foramen quadrilaterum, welcher eine Anzahl von Sehnenbündeln an das parietale Blatt des Herzbeutels entsendet; dass diese sich bis zur Lungenwurzel erstrecken, gibt er aber nicht an.

Auf der linken Seite (Taf. XI, untere Figur) finden sich in derselben Weise wie rechts in die Substanz der fascia praevertebralis eingewebte fibröse Züge. Nach abwärts ziehend theilen sich dieselben in zwei Portionen. Der oberflächliche Zug geht über die vordere Seite des arcus aortae hinweg, zwischen carotis und subclavia sinistra, und verliert sich in der äusseren Lamelle des Pericardium; der tiefe geht unter dem Aortenbogen zwischen diesem und der Trachea herab und theilt sich in zwei Blätter, von denen das eine sich an die Lungenwurzel, das

---

[1] *Herzbeutel und fascia endothoracica.* p. 9.

andere an das fibröse Blatt des Herzbeutels ansetzt. Bisweilen umgibt der oberflächliche Zug den Aortenbogen schleuderförmig und geht dann in das Pericardium über.

Vom centrum tendineum aus zieht auch auf dieser Seite ein fasciöser Streifen, dem äusseren Blatte des Herzbeutels anliegend, nach oben zum unteren Rande der Lungenwurzel; derselbe ist aber auf dieser Seite viel schwächer entwickelt als auf der rechten.

Der obere Bänderapparat ist demnach so angeordnet (Taf. XI, mittlere Figur), dass von den unteren Hals- und oberen Brustwirbeln [1] beiderseits verdickte Züge in der fascia entspringen, die nach abwärts verlaufen und sich in zwei Portionen sondern. Der oberflächliche Zug umgibt die grossen Gefässstämme und geht dann über in das Pericardium, der tiefe heftet sich mit einem Theile an die Seitentheile, theilweise auch noch an die vordere Wand der Trachea und endet hier an der Lungenwurzel, mit einer anderen Portion strahlt er ein in den Herzbeutel. Der untere Bandapparat besteht aus zwei Fascienstreifen, von denen jederseits einer von dem centrum tendineum aufwärts auf dem äusseren Pericard aufliegend zur Lungenwurzel zieht.

Es braucht wohl kaum noch erwähnt zu werden, dass diese Züge bei verschiedenen Individuen nicht eine bis in die Einzelheiten gehende Uebereinstimmung zeigen.

Der functionelle Werth dieses Apparates ist ein bedeutender. Man könnte es als ein physiologisches Postulat hinstellen, dass die grossen Gefässstämme des Herzens und der Lungenwurzel, sowie der nervus phrenicus bei den absteigenden Bewegungen des Zwerchfelles vor einer Dehnung und Zerrung über ein gewisses Maass hinaus gesichert sein müssen. Den oben beschriebenen Bändern kommt diese Leistung zu. Dadurch, dass dieselben von der Wirbelsäule zur Lungenwurzel ziehen, sichern sie dieser die gleichbleibende Lage; durch ihre Anheftung zwischen Zwerchfell und Lungenwurzel bedingen sie den relativ fixirten Stand des centrum tendineum. Dieselbe Function haben die Züge, die von der Wirbelsäule herab in den Herzbeutel einstrahlen; auch diese schützen — durch das pericardium externum hindurch — die mittlere Partie des Zwerchfelles vor einer zu grossen Dislocation nach unten, und dies erscheint um so zweckmässiger, als dieser Theil durch das aufliegende Herz nicht unbedeutend belastet ist.

Man könnte diese Bänder auch unter dem Namen der ligt. phrenicovertebralia aufführen; dieselben hätten dann in ihrem Verlaufe nach

[1] Dieses Verhalten ist von Interesse in Bezug auf die Entwicklungsgeschichte: das Zwerchfell bleibt mit den Theilen der Wirbelsäule, vor denen dasselbe sich entwickelt, durch die besprochenen Bänder in Verbindung.

abwärts durch Einschaltung der Lungenwurzel eine Unterbrechung erfahren, und so könnte man die oberen Abschnitte derselben als ligt. vertebro-pulmonalia und vertebro-pericardiaca, den unteren Theilen als ligt. phrenico-pulmonalia gegenüberstellen.

Die Notiz von Béraud, welche erst nachträglich zu meiner Kenntniss gelangte, ist so wichtig, namentlich wegen ihrer functionellen Beziehungen, dass ich es für nöthig halte, sie in extenso hier mitzutheilen. Sie findet sich *Gaz. méd.* 1862. No. 4. p. 61:

„Les usages de ce ligament supérieur du péricarde me paraissent dignes de fixer l'attention des physiologistes. Il maintient solidement le péricarde, et l'empêche de descendre, de sorte, que le nom de tendon creux du diaphragme, donné au péricarde par MM. Beau et Maissiat nous paraît parfaitement justifié. En effet, par cette insertion, le diaphragme prend un point d'appui solide sur le péricarde, qui ayant une limite dans son abaissement, empêchera le refoulement trop considérable de la cloison thoraco-abdominale.“

Béraud hat also zuerst einen Theil der Aufhängebänder des Zwerchfelles beschrieben, dieselben aber in ihrem Zusammenhange noch nicht übersehen. —

Die Arbeit wurde auf der Abtheilung des Hrn. Prof. Braune gefertigt, dem ich bei dieser Gelegenheit auch öffentlich meinen besten Dank sage.

Erklärung der Tafel.

Obere Figur. Rechte Thoraxwand entfernt, um den Verlauf der ligt. suspensoria diaphragmatis auf der rechten Seite übersehen zu können. Ein Theil des oberflächlichen Zuges geht an der rechten Seite der art. anonyma in das Pericardium über. Hinter demselben ein Theil des tiefen Zuges, der sich nach abwärts bis zur Lungenwurzel erstreckt. Von unten her löst sich ein Fascienzug vom centrum tendineum des Zwerchfelles ab, der nach aufwärts bis zur Lungenwurzel zieht.

Mittlere Figur. Brustbein mit den daranstossenden Rippenenden abgetragen. Die strangförmigen Züge in der fascia praevertebralis durch Entfernen der dünneren Partien der fascia isolirt. Die oberflächlichen Züge, die die grossen Gefässstämme umgeben, verlieren sich in dem Pericardium. Dahinter der Anfang des tiefen Zuges, der sich an den Seiten der Trachea hinabzieht.

Untere Figur. Linke Thoraxwand entfernt zur Uebersicht des Verlaufes der Bandmassen auf der linken Seite. Der oberflächliche Zug zwischen carotis und subclavia sinistra herabziehend verliert sich in dem Pericardium. Vom centrum tendineum entspringt auch auf dieser Seite ein Fascienzug, der sich nach aufwärts zur Lungenwurzel begiebt.

Ueber Zersetzungsbilder der markhaltigen Nervenfaser.

Von

Prof. Franz Boll.

(Aus dem Laboratorium für vergleichende Anatomie und Physiologie in Rom. Sechste Mittheilung).[1]

(Hierzu Taf. XII und XIII.)

Vor wenigen Jahren haben unsere scheinbar längst abgeschlossenen Kenntnisse über den mikroskopischen Bau der markhaltigen Nervenprimitivfaser durch Ranvier[2] eine unerwartete Erweiterung erfahren. Seine schöne Entdeckung der den Verlauf der Nervenfaser in regelmässigen Abständen unterbrechenden „ringförmigen Einschnürungen" zeigte einmal wieder recht deutlich die geringe Vollständigkeit und die unsichere Begränzung unserer histologischen Erkenntniss und bewies in eclatantester Weise, dass die Mikroskopiker noch weit davon entfernt sind, den objectiven anatomischen Thatbestand auch der am meisten und scheinbar am genauesten untersuchten Gewebe wirklich erschöpft zu haben. Dass eine derartig überraschende und zugleich so leicht zu constatirende Entdeckung, wie die der Ranvier'schen Ringe an dem mehr als tausendfältig untersuchten Gewebe der peripherischen Nerven über-

---

[1] *Verhandlungen der R. Accademia dei Lincei.* Dritte Serie. Erster Theil. 1876. 1877.

Anmerkung der Redaction. Die auf Wunsch des Verfassers erfolgende deutsche Wiedergabe obiger Abhandlung geschieht unverändert; den Vorschlag der Redaction die über denselben Gegenstand mittlerweile erschienenen Arbeiten (Lantermann, Engelmann, Kuhnt, Ewald und Kühne, sowie Axel Key und Retzius) mit zu berücksichtigen, hat derselbe geglaubt ablehnen zu müssen.

[2] Recherches sur l'histologie et la physiologie des nerfs. Première Partie. — *Archives de Physiologie normale et pathologique.* 1872. S. 129. Deuxième Partie 1872. S. 427.

haupt noch möglich sei, — das würden vor Ranvier nur wenige Histologen zugestanden haben. Aber die Ringe wurden entdeckt und, von allen ernsthaften Nachuntersuchern bestätigt, nahmen sie alsbald den ihnen gebührenden Platz in der Histologie der peripherischen Nerven ein, die mit dieser neuen Thatsache nun wieder einmal wirklich abgeschlossen erschien.

Aber auch diesmal wieder nur scheinbar; denn sowohl Ranvier wie seine gründlichsten Nachuntersucher erwähnen noch mit keiner Silbe einer an jeder Nervenfaser leicht zu beobachtenden Thatsache, eines Structurverhältnisses nicht minder characteristisch und bedeutungsvoll, wie das der ringförmigen Einschnürungen: der Discontinuität der Markscheide und ihrer regelmässigen Zusammensetzung aus einer grossen Anzahl einzelner Marksegmente.

Diese bis in die neueste Zeit völlig unbekannt gebliebene Structur der Markscheide ist unabhängig und fast gleichzeitig von drei verschiedenen Mikroskopikern aufgefunden und veröffentlicht worden. Der erste von diesen ist W. Zawerthal,[1] welcher seine im physiologischen Laboratorium des Prof. Albini in Neapel angestellten Untersuchungen im März 1874 publicirte. Seine Beschreibung, sowie seine Abbildungen des fraglichen Structurverhältnisses sind sehr genau und vollkommen richtig; doch begeht er bei der Deutung seiner mikroskopischen Bilder den fast unglaublichen Irrthum, die Markscheide mit der Schwann'schen Scheide zu verwechseln und die von ihm in der ersten entdeckte Discontinuität als eine Eigenthümlichkeit der Schwann'schen Scheide zu beschreiben. Unmittelbar nach dieser Mittheilung Zawerthal's und ohne von ihr Kenntniss zu haben, hat ein amerikanischer Mikroskopiker H. D. Schmidt[2] eine Abbildung und kurze Beschreibung der betreffenden Structur veröffentlicht, welche er auf Faltungen der Markscheide zurückführen will und der er daher nur eine untergeordnete Bedeutung beimisst. Am richtigsten endlich wurde diese Discontinuität der Markscheide erkannt und in einer vorläufigen Mittheilung beschrieben durch A. J. Lantermann,[3] welcher auch eine ausführliche Veröffentlichung mit Abbildungen in Aussicht stellte, die jedoch bis jetzt noch nicht erschienen ist.

---

[1] Contribuzione allo studio anatomico della fibra nervosa. — Ricerche istituite nell' Istituto fisiologico della R. Università di Napoli. — *Rendiconto della R. Accademia delle scienze fisiche e matematiche.* Marzo 1874.

[2] On the construction of the dark or doublebordered nerve fibre. — *Monthly Microscopical Journal.* May 1874. S. 200.

[3] Bemerkungen über den feineren Bau der markhaltigen Nervenfasern. — *Centralblatt für die med. Wissensch.* 1874. S. 706.

Obwohl so gleichzeitig von drei verschiedenen Seiten und in drei Sprachen verkündet, hat die ebenso überraschende wie wichtige Entdeckung bisher merkwürdiger Weise noch gänzlich verfehlt, die Aufmerksamkeit der Histologen auf sich zu lenken. Die Abhandlung Zawerthal's wenigstens ist in weiteren Kreisen absolut unbekannt geblieben; weder Schmidt noch Lantermann kennen sie und auch die Jahresberichte erwähnen ihrer nicht. Die Angaben von Schmidt werden allein von Lantermann und den Jahresberichten, sonst von Niemand anders citirt. Auch die Beschreibung Lantermann's — obwohl in einer sehr verbreiteten Zeitschrift veröffentlicht — hat bisher nicht die ihr gebührende Berücksichtigung und Verbreitung gefunden, — offenbar wesentlich deshalb, weil sie einer Erläuterung durch Abbildungen entbehrte. In der ganzen späteren Literatur ist bis jetzt nur eine einzige auf sie bezügliche flüchtige Angabe von Cossy und Dejerine[1] nachzuweisen, welche die von Lantermann behaupteten Thatsachen nicht bestätigen zu können erklären. Sonst thut weiter kein einziger Mikroskopiker der Discontinuität der Markscheide Erwähnung, — nicht einmal Mc'Carthy,[2] der ausführlich über die Structur der Markscheide schreibt und bei dieser Gelegenheit auch die Mittheilung von Lantermann citirt.

Auch mir waren die Arbeiten von Zawerthal und Schmidt, sowie die Mittheilung von Lantermann völlig unbekannt, als ich im Herbst 1875 in Viareggio bei Untersuchung der elektrischen Nerven von Torpedo auf dieselben Structureigenthümlichkeiten aufmerksam wurde, die zuerst von Zawerthal beschrieben worden sind. Im Anschlusse an die damals unternommenen und theilweise veröffentlichten Untersuchungen[3] habe ich dann während des verflossenen Winters dem fraglichen Structurverhältniss eine sehr eingehende Untersuchung gewidmet.

Es stellte sich bald heraus, dass um eine wirklich erschöpfende Vorstellung von der Bedeutung dieser mikroskopischen Structur zu gewinnen, die Untersuchung nur auf der allerbreitesten Basis vorgenommen werden könne und die verschiedenartigsten anatomischen und experimentellen Methoden in ihren Dienst zu ziehen habe.

Die zunächst anzustellende Untersuchung war die rein histologische: es musste vor Allem die Structur der Markscheide an einem einzigen

[1] Recherches sur la dégénérescence des nerfs. — *Archives de Physiologie normale et pathologique.* 1875. S. 574.

[2] Some remarks on spinal ganglia and nerve-fibres. — *Quarterly Journal of microscopical science.* 1875. S. 380.

[3] Neue Untersuchungen zur Anatomie und Physiologie von Torpedo. — *Monatsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften.* 1875. S. 710.

Object unter Anwendung der verschiedensten Reagentien bis ins kleinste Detail studirt und die verschiedenen von der Nervenfaser dargebotenen Bilder und Erscheinungsformen mit gleicher Genauigkeit festgestellt und registrirt werden, wie das z. B. für die rothen Blutkörperchen bereits längst geschehen war.

Eine zweite Untersuchungsreihe, welche als die vergleichend histologische bezeichnet werden mag, hatte die Verbreitung dieser an der Markscheide aufgefundenen Structur nicht allein innerhalb der Thierreihe, sondern auch innerhalb des Nervensystems der einzelnen Thierspecies zu erforschen. In dieser Hinsicht haben sich zunächst die beiden Hauptthatsachen ergeben, einmal, dass die fragliche Structur sich in allen Wirbelthierclassen vorfindet und zweitens, dass sie stets auf das peripherische Nervensystem beschränkt bleibt, an den Nervenfasern der Centralorgane und des N. opticus aber niemals nachzuweisen ist. Ihre anatomische Verbreitung fällt mithin genau zusammen mit der der Ranvier'schen Ringe, welche einerseits zwar in allen Wirbelthierclassen vorkommen, andererseits aber ausschliesslich auf das peripherische Nervensystem beschränkt sind.[1] Es bleibt jedoch noch festzustellen, wie sich diese Structur beim Uebergang der peripherischen in die centralen Nervenfasern der Wurzeln und an der Peripherie in den einzelnen centripetalen und centrifugalen Nervenendigungen verhält, und ob und welche Veränderungen sie an diesen Stellen erleidet.

Drittens war durch Untersuchung von Embryonen verschiedener Wirbelthierclassen die Bildung der Markscheide in den peripherischen Nerven genauer, als es bisher geschehen war, zu studiren; und viertens mussten die bisherigen Arbeiten über die Degeneration durchschnittener Nerven — die alle ohne Kenntniss des neuen Structurverhältnisses angestellt worden waren — mit Rücksicht auf diese Entdeckung revidirt und corrigirt werden.

Die Untersuchung zerfiel also, wie man sieht, naturgemäss in vier einzelne, mehr oder minder umfangreiche Monographien. Von diesen kann jedoch zur Zeit nur erst eine einzige, die erste rein histologische, über die Zersetzungsbilder der markhaltigen Nervenfaser wirklich abgeschlossen und hier den Fachgenossen vorgelegt werden.

Als Untersuchungsobject diente ausschliesslich der N. ischiadicus ausgewachsener Exemplare von Rana esculenta. Es enthält dieser Nerv

[1] Die Angaben von Tourneux und Le Goff (*Journal de l'Anatomie.* 1875. S. 403), welche die Ranvier'schen Ringe auch an den Nervenfasern der Centralorgane haben wiederfinden wollen, beruhen auf Irrthum.

bekanntlich neben einer Majorität starker, im Mittel 0·015 Mm. breiter Nervenfasern auch eine nicht geringe Anzahl sehr viel schmälerer Primitivröhren, deren Dimensionen oft nicht mehr als 0·007 Mm. betragen. Diese Unterschiede der Dimensionen, welche sich mit ziemlicher Bestimmtheit auf functionelle Verschiedenheiten der einzelnen Primitivfasern zurückführen lassen,[1] haben jedoch auf den histologischen Bau nicht den geringsten Einfluss, indem sowohl die schmalsten wie die breitesten Nervenfasern in identischer Weise Ranvier'sche Ringe und Marksegmente zeigen. Doch muss hervorgehoben werden, dass alle hier mitzutheilenden Einzelbeobachtungen, Maass- und Zahlen-Angaben sich ganz ausschliesslich nur auf die Nervenfasern allerstärksten Kalibers beziehen, während die feineren Fasern principiell von der Beobachtung ausgeschlossen blieben.

An diesen Nervenfasern stärksten Kalibers (im Durchschnitt von 0·015 Mm. Durchmesser) beträgt die Distanz zweier Ranvier'schen Ringe im Durchschnitt 1·50 Mm., also das Hundertfache des Durchmessers. Der Kern einer solchen 0·015 Mm. breiten und 1·50 Mm. langen Ranvier'schen Nervenstrecke — so nenne ich den zwischen zwei Ranvier'schen Ringen eingeschlossenen Abschnitt einer Nervenprimitivfaser — liegt stets mehr oder minder genau in der Mitte zwischen den beiden Ringen. Es ist in jeder einzelnen Nervenstrecke stets nur ein einziger solcher Kern vorhanden, wie ich denjenigen gegenüber hervorheben muss, welche die absolute Gültigkeit der bezüglichen Angabe Ranvier's nicht haben anerkennen wollen. Gleichzeitig kann ich eine sichere Methode angeben, die absolute Regelmässigkeit dieses Verhaltens zu constatiren, nämlich die Untersuchung der Nerven ganz junger Thiere, in denen die einzelnen Nervenstrecken erst eine nur sehr geringe Länge besitzen. In Fig. 1 ist ein 1·50 Mm. langes Stück einer 0·0080 Mm. breiten Nervenfaser aus dem mit Ueberosmiumsäure behandelten N. electricus einer jungen 9 Cm. langen Torpedo wiedergegeben worden, welches nicht weniger als sechs einzelne Nervenstrecken enthält; eine jede von diesen hat nur 0·125 Mm. Länge und ist also fast genau sechsmal so kurz wie die Nervenstrecken im Ischiadicus erwachsener Frösche. Alle diese Nervenstrecken besitzen ausnahmslos nur einen einzigen Kern, welcher stets fast ganz genau in der Mitte der Nervenstrecke gelegen ist und diese in zwei gleiche Hälften theilt. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass die an diesen jungen Nervenfasern nur erst sehr wenig entwickelte Markscheide im Niveau dieser Kerne ausnahmslos eine vollständige Unterbrechung zeigt, mithin zwi-

[1] Ueber diesen Punkt soll an einer andern Stelle gehandelt werden.

schen je zwei Ringen aus zwei völlig getrennten Stücken besteht. Erst bei etwas älteren Thieren stellt sich die Continuität der Markscheide innerhalb der einzelnen Nervenstrecken her, und der Kern kommt in eine Vertiefung ihrer äusseren Oberfläche, wie in ein Nest, zu liegen.

A. Untersuchung der Nervenfasern in der physiologischen Kochsalzlösung von 0·75 % (Figg. 2—14).

Mit dieser Methode hat die Untersuchung der Nerven zu beginnen, da sie für die intime histologische Erkenntniss des Baues der Nervenfasern einen doppelten Vortheil bietet: einmal lässt sie den optisch wichtigsten Bestandtheil der Nervenfaser, die Markscheide, in ihrer wahren Structur mit allergrösster Deutlichkeit und Eleganz hervortreten, und zweitens gestattet sie auch über die Natur des in der Markscheide eingeschlossenen Axencylinders, wenn auch weniger deutliche, so doch nicht minder entscheidende Wahrnehmungen.

Innerhalb jeder einzelnen Nervenfaser erscheint die Markscheide zusammengesetzt aus einzelnen Marksegmenten, deren Anzahl von 20 bis 30 wechseln kann und im Mittel 25 beträgt. Ebenso wechselnd wie ihre Anzahl ist die Länge der einzelnen Marksegmente; die kürzesten sind oft kaum länger als der Querdurchmesser der Nervenfaser, während die längsten 12 bis 15 Mal so lang werden wie der Durchmesser der Primitivfaser. Diese einzelnen Marksegmente treten zu der Bildung der Markscheide in der Weise zusammen, dass die einzelnen kürzeren oder längeren Rohre — denn wie die Markscheide selbst muss jedes einzelne ihrer Segmente als ein den Axencylinder umschliessendes Rohr betrachtet werden — mit ihren freien Enden wie Manschetten in- oder übereinander gesteckt sind. In Bezug auf den Vereinigungsmodus der einzelnen Segmente kommen die verschiedensten möglichen Fälle vor. Der gewöhnlichste Fall ist der, dass ein Marksegment *B* mit seinem einen freien Rande unter den entsprechenden freien Rand des Nachbarsegmentes *A* mit seinem anderen freien Rande über den entsprechenden freien Rand des Nachbarsegmentes *C* geschoben ist. In der Regel wiederholt sich dieses häufigste Verhältniss für eine längere Folge von Marksegmenten, die dann also analog wie Dachziegel ein jedes mit seinem freien Rande über das nächstfolgende hinübergreifen. Doch kommt es auch nicht selten vor, dass ein Marksegment mit seinen beiden Rändern gleichmässig entweder unter oder auch über die entsprechenden Ränder der beiden Nachbarsegmente geschoben erscheint. Endlich kommt — wenn auch selten — der Fall vor, dass ein Marksegment nicht, wie die Regel ist, mit einem einfach zugeschärften Rande, sondern mit einem

gekerbten, im optischen Querschnitt also zweispitzig erscheinenden Rande aufhört, welcher den entsprechenden freien Rand des Nachbarsegments dann in seine zwischen seine beiden zugeschärften Enden befindliche Rinne aufnimmt (vgl. die Abbildungen Figg. 7, 8). Die an die Ranvier'schen Ringe anstossenden Segmente zeigen an ihren freien Enden stets eine mehr oder minder ausgesprochene Krümmung.

In einem mit Hülfe der Zerzupfung angefertigten derartigen Präparate zeigen nun durchaus nicht alle Nervenfasern die geschilderten Verhältnisse in gleicher Schönheit und Klarheit. Vielmehr kommen unter diesen Nervenfasern die allerverschiedensten Formen vor, deren scheinbar durch nichts gerechtfertigte schroffe Differenzen den Beschauer zunächst im höchsten Grade verwirren und bedenklich machen müssen, wenn er sich darüber klar werden will, welche Bilder er als den möglichst unveränderten Ausdruck der normalen markhaltigen Nervenfaser und welche er als „Kunstproducte" ansehen soll. Es ist mir jedoch verhältnissmässig bald gelungen, die zahllosen, in einem solchen Präparate vorkommenden verschiedenen Bilder von einem einheitlichen Gesichtspunkte aus zu übersehen und alle diese verschiedenen Erscheinungsformen der markhaltigen Nervenfaser nach einem einfachen Princip zu beurtheilen und zu classificiren. Es stellt sich nämlich heraus, dass jede einzelne Nervenfaser successive eine ganze Reihe von Formveränderungen erfährt und in verschiedenen Momenten ein ganz verschiedenes Aussehen zeigt, je nachdem die Zersetzungsvorgänge mehr oder minder vorgeschritten sind. Diese Zersetzungsvorgänge in der Nervenfaser nehmen stets ihren Ausgang einmal von den Schnittstellen und zweitens von den Ranvier'schen Ringen. Es ist also Regel — und diese Bemerkung findet sowohl auf die Untersuchung in der physiologischen Kochsalzlösung wie auf alle anderen Untersuchungsflüssigkeiten ihre Anwendung —, dass die diesen Stellen benachbarten Strecken der Nervenfaser stets weiter vorgeschrittene Zersetzungsbilder zeigen als die entfernteren Strecken (vgl. die Abbildungen Figg. 5, 12).[1]

In der langen Reihe der Zersetzungsbilder, welche jede einzelne Nervenfaser in den aufeinander folgenden zeitlichen Momenten darbietet, lassen sich zweckmässig vier gesonderte Stadien unterscheiden, welche

[1] Ausser der mehr oder minder vorgeschrittenen Zersetzung ist jedoch auch noch ein anderer Factor von nicht unerheblichem Einfluss auf das mikroskopische Bild der markhaltigen Nervenfaser, nämlich der Grad von Dehnung und Spannung, welchem die Nervenfaser in ihrer Längsaxe beim Zerzupfen ausgesetzt war und der für die einzelnen Fasern eines Präparates ein ausserordentlich verschiedener sein kann. Im Text sollen die hierdurch bedingten Verschiedenheiten jedoch nur gelegentlich berücksichtigt werden.

jede einzelne Nervenfaser durchläuft und in denen sie sich successive immer mehr von ihrem ursprünglichen und normalen Aussehen entfernt.

In dem ersten Stadium (vgl. die Abbildungen Figg. 3, 6) erscheint die Nervenfaser als ein nahezu gleichmässig breites Band, welches an seinen beiden Längsseiten von zwei glänzenden doppelten Contouren eingefasst wird. Beide Contouren verlaufen genau parallel und fast völlig geradlinig oder doch nur sehr schwach geschlängelt. Ihre Zusammensetzung aus einer Reihenfolge einzelner Marksegmente ist in diesem Stadium nur bei ganz besonderer Aufmerksamkeit wahrzunehmen, weil die einzelnen Stücke, welche den doppelten Contour der Markscheide zusammensetzen, stets bis zur unmittelbaren Berührung in- und übereinander geschoben und gleichsam mit einander verlöthet sind, sodass ein sehr gutes Auge dazu gehört, die an diesen Berührungsstellen zweier Marksegmente bestehende Discontinuität überhaupt nur wahrzunehmen.

In dem zweiten Stadium (vgl. die Abbildungen Figg. 2, 4, 5, 7, 8, 9), welchem die von Schmidt gegebene Abbildung Fig. 1 *c* und die von mir in meiner ersten Publication mitgetheilten beiden Holzschnitte entsprechen, ist die Zusammensetzung der Markscheide aus einzelnen Segmenten am schönsten zu demonstriren, indem einerseits die Marksegmente noch durchaus ihre natürliche Form beibehalten, andrerseits sich jedoch in ihren Verbindungen etwas mehr von einander gelockert haben, sodass nunmehr die einzelnen Segmente als selbstständige Stücke deutlicher hervortreten. Auch bleiben in diesem Stadium die die Nervenfaser begrenzenden Contouren nicht mehr so geradlinig wie im ersten, sondern erscheinen stärker wellig geschwungen.

Das nun folgende dritte Stadium (vgl. die Abbildungen Figg. 10, 11), ist durch eine Reihe eigenthümlicher Veränderungen characterisirt, welche an den Berührungsstellen der einzelnen Marksegmente eintreten. Die zugeschärften Ränder, mit denen diese unter- und übereinander greifen, verlieren ihre bestimmten Contouren und verändern sich in der verschiedensten Weise, indem sie entweder eine eigenthümliche Art von Ausfaserung zeigen (vgl, die Abbildung Fig. 10)[1] oder zu unförmlichen Klumpen aufquellen (vgl. die Abbildung Fig. 11), welche die Discontinuität der Markscheide sehr leicht verdecken können.

In dem vierten und letzten Stadium zeigen endlich nicht blos die Ränder der Marksegmente, sondern diese selbst in ihrer ganzen Ausdehnung die ausgesprochensten Formveränderungen (vgl. die Abbildungen

---

[1] Diese „Ausfaserung" der freien Ränder der Marksegmente findet sich bei den Säugethieren (Meerschwein) ganz besonders häufig und sehr viel deutlicher ausgesprochen als beim Frosche.

Figg. 12, 13, 14), die einzelnen Marksegmente bleiben nicht mehr geradlinig gestreckt, sondern blähen und krümmen sich, quellen auf u. s. w. Es entstehen durch diese Reliefveränderungen unregelmässige Bilder auch oberhalb und unterhalb des Axencylinders innerhalb des in den ersten drei Stadien noch vollkommen homogen erscheinenden optischen Längsschnittes der Nervenfaser und so treten endlich durch eine Reihe fortlaufender Veränderungen an die Stelle des ursprünglichen regelmässigen Bildes jene allbekannten unregelmässigen Ballen und Krümel, welche bisher allgemein als das Bild der frischen und normalen Markscheide angesehen worden sind und in deren scheinbar vollkommen regellosem Durcheinander nur ein sehr geübtes Auge noch die Spuren der ursprünglichen Zusammensetzung aus einzelnen Marksegmenten aufzufinden vermag. Geradezu unmöglich wird die Wahrnehmung der einzelnen Marksegmente bei solchen Nervenfasern, bei denen (wahrscheinlich in Folge mangelhafter Spannung) die Faltungen und Krümmungen der Markscheide vorzugsweise in der Richtung des Breitendurchmessers der Nervenfaser stattgefunden haben (vgl. die Abbildung Fig. 14).

Dieses sind die charakteristischen Erscheinungen, welche sich successive an einer mit 0·75procentiger Kochsalzlösung behandelten Nervenfaser und in einem ganzen derartigen Präparat auch neben einander wahrnehmen lassen. Aus ihrem Studium ergiebt sich leicht die Bestimmung, in welchem Grade sich diese einzelnen Zersetzungsbilder von der Naturwahrheit entfernen oder sich ihr annähern, und so gelingt es festzustellen, welche Bilder als wahrheitsgetreuer Ausdruck des normalen Verhaltens der Markscheide angesehen werden dürfen. In dieser Hinsicht leistet die Untersuchungsmethode das Allervorzüglichste. Jedoch kaum minder werthvoll, wenn vielleicht auch weniger in die Augen fallend, sind ihre Ergebnisse über die Natur des Axencylinders. Dieser physiologisch wichtigste Bestandtheil der Nervenfaser tritt bei der Untersuchung in der Kochsalzlösung von 0·75 % zunächst als besonderes Gebilde nur undeutlich in die Erscheinung: der in dem optischen Längsschnitte der Nervenfaser zwischen den beiden stark lichtbrechenden Grenzcontouren der Markscheide eingeschlossene Raum erscheint zuerst noch vollkommen homogen. Später treten in ihm sehr blasse und daher ausserordentlich schwer sichtbare nebelartige Trübungen, wie durch wolkige Massen auf und es bildet sich schliesslich im Innern der Markscheide ein etwas deutlicheres, aber immer noch sehr blasses, unregelmässiges Gerinnsel, dessen Anblick an die Seele einer Feder erinnert (vgl. die Abbildung Fig. 8).

Diese so leicht anzustellende und doch den Histiologen bisher noch völlig entgangene Beobachtung, spricht ebenso entschieden für die

ursprüngliche flüssige Beschaffenheit des Axencylinders, wie jene in meiner ersten Mittheilung berichtete an dem N. electricus von Torpedo gemachte Wahrnehmung einer Molecularbewegung im Innern der frischen Nervenfaser, welche ich an den Froschnerven zu wiederholen übrigens niemals Gelegenheit hatte. Diese beiden direct zu beobachtenden Thatsachen: die Molecularbewegung und die gleichsam unter dem Auge des Beobachters sich vollziehende Bildung des Gerinnsels erheben eine Theorie zur Gewissheit, die bereits früher von einzelnen Physiologen mit mehr oder minder stichhaltigen Gründen und neuerdings noch durch E. Fleischl[1] besonders eingehend vertreten worden ist.

Ebenso wie von der Markscheide und dem Axencylinder giebt diese Untersuchungsmethode auch von den in einer nestartigen Vertiefung eines oder mitunter auch zweier Marksegmente (vgl. die Abbildung Fig. 5) eingebetteten Kernen der Nervenstrecken gute Bilder und erlaubt vollständig die Ausdehnung der sie umgebenden Protoplasmamasse zu beurtheilen, die oft recht erheblich ist, aber doch niemals die beiden benachbarten Marksegmente überschreitet. Nach diesem Befunde kann von der Existenz einer dünnen zwischen Markscheide und Schwann'scher Scheide sich einschiebenden Protoplasmaschicht (Ranvier) beim erwachsenen Frosche sicher nicht die Rede sein.

Dagegen gelangt bei dieser Methode die Schwann'sche Scheide nur selten und dann nur als undeutlicher neben dem starken Licht der Markscheide fast gänzlich verschwindender schwacher Contour zur Beobachtung und sie ist aus diesem Grunde in den Abbildungen Fig. 2—14 überall weggelassen worden. Sie wird regelmässig nur in den Ranvier'schen Ringen, wo die Markscheide fehlt, neben dem Axencylinder sichtbar, aber auch hier meist nur so ungenügend, dass über ihr Verhalten nichts Bestimmtes auszumachen ist. Dagegen ist hier die Krümmung und Faltenbildung, mit welcher die den Ranvier'schen Ring begränzenden Marksegmente aufhören, vollkommen deutlich wahrzunehmen (vgl. die Abbildungen Figg. 2, 3, 4, 5, 9, 12).

B. Untersuchung der Nervenfasern in destillirtem Wasser (Figg. 15—17).

In jedem Nervenpräparate, welches in einem Tropfen destillirten Wassers angefertigt wird, findet sich eine nicht unerhebliche Minorität von Nervenfasern, die durch diese Zusatzflüssigkeit kaum verändert werden,

---

[1] Ueber die Beschaffenheit des Axencylinders. — *Beiträge zur Anatomie und Physiologie*, als Festgabe Carl Ludwig zum 15. October 1874 gewidmet. — Leipzig, 1875. S. 51.

sondern — wenigstens für sehr lange Zeit — in einem Zustande mehr oder minder normalen Aussehens beharren, welcher ganz dem ersten und zweiten Stadium der in physiologischer Kochsalzlösung untersuchten Nervenfaser entspricht. Von dieser Minorität soll hier weiter nicht die Rede sein, sondern die nun folgende Darstellung soll sich ausschliesslich mit der Majorität der Nervenfasern beschäftigen, die in einem solchen Präparat alsbald die ausgesprochensten und charakteristischsten Veränderungen zeigen.

Diese Veränderungen bestehen im Wesentlichen in einer Verflüssigung und völligen Zerstörung der Markscheide, während und nach welcher die beiden anderen Componenten der Nervenfaser, die Schwann'sche Scheide und der Axencylinder, in ausserordentlicher Deutlichkeit hervortreten.

Die Veränderungen der in destillirtem Wasser untersuchten Nervenfasern treten sehr viel schneller ein, als bei der Untersuchung in der physiologischen Kochsalzlösung, und die verschiedenen einzelnen Zersetzungsbilder folgen in so kurzer Zeit aufeinander, dass es sich empfiehlt, die Stadien der Zersetzung an einer einzigen Nervenfaser zu betrachten. Die ersten Veränderungen, welche die Fasern unter dem Einflusse des destillirten Wassers zeigen, beziehen sich auf die einzelnen Marksegmente. Diese bleiben nicht mehr, wie ursprünglich, homogen und erscheinen im optischen Längsschnitte der Nervenfaser nicht mehr als schmale sehr stark lichtbrechende Bänder, sondern sie verbreitern sich, verlieren theilweise ihren Glanz und gänzlich ihre Homogenität, indem sie in eine grössere Anzahl concentrischer Röhren oder Schaalen zerfallen, die sich im optischen Längsschnitt der Nervenfaser als ebenso viele Längsstreifen der einzelnen Marksegmente markiren (vergl. die Abbildung Fig. 15). Diese moleculare Veränderung in der Substanz der einzelnen Marksegmente geht von der Peripherie der Nervenfaser aus und schreitet allmählig gegen den Axencylinder vor, um nach und nach das ganze Marksegment in eine beständig wachsende Anzahl concentrischer Blätter zu zerlegen. Die ersten dieser Blätter entstehen also auf der Oberfläche der Markscheide unmittelbar unter der Schwann'schen Scheide und scheinen sich gleichsam von der äusseren Oberfläche der einzelnen Marksegmente abzublättern. In dem Maasse, als diese Abblätterung von der Peripherie nach Innen zu fortschreitet, erleidet die Substanz der Marksegmente (vermuthlich durch die Imbibition mit destillirtem Wasser) eine bedeutende Dickenzunahme, während sie gleichzeitig ihr starkes Lichtbrechungsvermögen einbüsst.[1]

---

[1] Die hierbei zu beobachtenden oft sehr charakteristischen Bilder sind es, welche Schmidt zu seiner Annahme einer unmittelbar unter der Schwann'schen

Indem die ursprünglich homogene Substanz der Markscheide sich in der beschriebenen Weise in ein System concentrischer Schalen oder Schichten (ähnlich dem blättrigen Gefüge einer Zwiebel oder einer Cigarre) verwandelt, verschwindet gleichzeitig die in frischem Zustande so deutliche Trennung der einzelnen Marksegmente, welche nunmehr mit ihren sich berührenden freien Enden zusammenfliessen. (Vergl. die Abbildung Fig. 16, welche jedoch von der höchst eigenartigen und in der Zeichnung sehr schwer wiederzugebenden Veränderung, um die es sich hier handelt, vielleicht nur eine höchst ungenügende Vorstellung erwecken wird; sehr getreu ist diese Veränderung der Markscheide dargestellt worden durch Schmidt in seinen im grössten Maassstabe ausgeführten Abbildungen Figg. 3, 4, 5, 6, 10, 11, 13 *a*, auf welche hier gleichzeitig mit verwiesen werden soll.) So tritt binnen Kurzem an die Stelle der discontinuirlichen Markscheide eine continuirliche Masse einer aus concentrisch geschichteten Blättern zusammengesetzten Substanz, welche hervorgegangen ist aus einer durch das destillirte Wasser verursachten Aufblätterung und gleichzeitigen Fusion der einzelnen Segmente der Markscheide. Dabei ist zu beachten, dass die so veränderte Markscheide sehr verbreitert erscheint, und zwischen Axencylinder und Schwann'scher Scheide jetzt einen sehr viel grösseren Raum einnimmt als früher. Diese Volumsvermehrung der Markscheide (oder vielmehr der aus ihr hervorgegangenen blättrigen und kaum noch Markscheide zu nennenden Substanz) hat gewöhnlich eine Breitenzunahme der Nervenfasern zur Folge, welche jetzt ihr starkes Lichtbrechungsvermögen völlig eingebüsst haben und als durchaus glanzlose, blasse Bänder erscheinen. Nach Aussen von der veränderten Markscheide tritt die Schwann'sche Scheide und nach Innen der Axencylinder so deutlich hervor, wie sie an der frischen Nervenfaser niemals zu sehen sind.

Die Schwann'sche Scheide erscheint als ein sehr zarter Contour, welcher zu beiden Seiten der Nervenfaser die blättrige Masse einfasst, die in diesem Stadium an die Stelle der Markscheide getreten ist; dieser Contour liegt der blättrigen Masse oft unmittelbar an, mitunter aber entfernt er sich auch von ihr, so dass zwischen beiden ein feiner mit Flüssigkeit gefüllter Spaltraum entsteht (vergl. die Abbildung Fig. 16). Ein ähnlicher Spaltraum entsteht nicht selten auch an der inneren Fläche der verwandelten Markscheide zwischen ihr und dem Axencylinder, welcher

---

Scheide gelegenen „fibrillären Schicht der Markscheide" geführt haben; wenn Lantermann diese „Fibrillen der Markscheide", d. h. die optischen Längsschnitte der concentrischen Schalen, in welche die einzelnen Marksegmente sich auflösen, niemals gesehen hat, so ist anzunehmen, dass er niemals Nervenfasern in destillirtem Wasser untersuchte.

an diesen Präparaten meist sehr deutlich hervortritt und zwar stets in der Form eine von zwei deutlichen Contouren eingefassten blassen und homogenen Streifens von ungleichmässigem Breitendurchmesser (vergl. die Abbildung Fig. 16), niemals aber in jener oben beschriebenen unregelmässigen einer Federseele vergleichbaren Gerinnungsform, deren Zustandekommen, wie es scheint, durch die Gegenwart des destillirten Wassers ausgeschlossen wird. Im Gegensatze zu der physiologischen Kochsalzlösung scheint die letztere Flüssigkeit stets eine sehr viel compactere Gerinnung der Axencylindersubstanz (vielleicht auch eine Abgabe von Flüssigkeit von der letzteren an die Markscheide) herbeizuführen, denn stets erscheint bei dieser Methode der streifenförmige Axencylinder sehr viel schmäler als der Raum, den dasselbe Organ innerhalb der frischen mit der 0·75 procentigen Kochsalzlösung behandelten Nervenfaser einnimmt.[1]

Das eben beschriebene Bild der Nervenfaser bleibt jedoch nur kurze Zeit unverändert: alsbald lassen sich an ihm höchst merkwürdige Veränderungen und Vorgänge studiren, welche geeignet sind, neue und wichtige Rückschlüsse auf die Natur namentlich der Schwann'schen Scheide und des Axencylinders zu gestatten. Es ändert sich nämlich durch die noch beständig fortschreitende Wasseraufnahme der Aggregatzustand der aus der veränderten Markscheide hervorgegangenen Substanz: sie bleibt nicht mehr, wie ursprünglich, fest, sondern wird zuerst zäh- und später sogar ziemlich leichtflüssig, wobei zugleich ihr blättriges Gefüge lockerer zu werden scheint und ein mehr schaumiges Aussehen annimmt. An den freien Enden der Nervenfasern sieht man diese sich verflüssigende Masse aus der offenen Schwann'schen Scheide in mächtigen unregelmässigen Ballen von blättrigem oder schaumigem Aussehen heraustreten (vergl. die Abbildung Fig. 17 und die sehr gelungenen Abbildungen Figg. 4 und 8 von Schmidt). Diese aus der aufgequollenen Markscheide hervorgegangenen schaumigen Ballen zähflüssiger Materie bleiben meist nur kurze Zeit an dem offenen Ende der Nervenfaser

---

[1] Es muss hier bemerkt werden, dass nicht bei allen Nervenfasern die beschriebenen Veränderungen gleichmässig und gleichzeitig in der ganzen Länge der Faser eintreten. Bei den meisten ist dieses allerdings der Fall; doch findet man (namentlich unmittelbar nach Anfertigung des Präparates) nicht selten Fasern, die nicht gleichmässig von der Veränderung ergriffen sind, sondern in mitunter sehr naher Folge einen Wechsel veränderter und normaler oder sehr stark und sehr schwach veränderter Stellen zeigen. Da die letzteren stets schmäler sind als die ersteren, so zeigen die betreffenden Nervenfasern niemals einen gleichmässigen Durchmesser, sondern eine Abwechslung breiterer Stellen mit schmäleren, — die sog. Varicositäten.

hängen; nachdem sie eine gewisse Grösse erreicht haben, werden sie durch die beständig aus dem Nervenrohr nachrückende Materie abgestossen und schwimmen dann frei als mehr oder minder unregelmässig kugelige Klumpen oder Schollen in der Präparatflüssigkeit umher (vergl. die Abbildungen Figg. 7 und 12 von Schmidt), die bald fast ganz von diesen Trümmern der zersetzten Markscheide angefüllt ist. Ganz besonders lehrreich ist es nun, eine in diesem Stadium der Zersetzung befindliche Nervenfaser (vergl. die Abbildung Fig. 17) längere Zeit hindurch zu beobachten, und speciell die nach dem freien Ende der Nervenfaser hin gerichtete, anfangs nur sehr träge, später aber sich mehr und mehr beschleunigende Strömung der zähflüssigen, schaumigen Masse zu studiren, welche sich jetzt an Stelle der Markscheide zwischen Axencylinder und Schwann'scher Scheide vorwärts bewegt. Zunächst ergibt sich aus dem Studium dieser strömenden Bewegung die unabweisbare Folgerung, dass die Schwann'sche Scheide ein absolut geschlossenes Rohr darstellt und an keiner Stelle ihres Verlaufes unterbrochen ist: denn die von ihr eingeschlossene und in ihr sich bewegende zähflüssige Masse wird längs der ganzen Nervenfaser von den Contouren der Schwann'schen Scheide eingeschränkt und findet bis zu dem freien Ende der Nervenfaser keine einzige Continuitätstrennung, durch welche sie austreten könnte, sondern sie bleibt stets in dem schmalen ringförmigen Strombette eingeengt, welches zwischen dem centralen Axencylinder und der peripherischen Schwann'schen Scheide befindlich ist. Auch an den Ranvier'schen Ringen lässt sich niemals ein Austritt der strömenden Masse beobachten (vergl. die Abbildung Fig. 17). So ergibt das Studium der im destillirten Wasser sich verflüssigenden Markscheide die — trotz der sorgfältigen Untersuchungen Ranvier's — bisher immer noch mangelnde Gewissheit, dass auch an den Ranvier'schen Ringen die Schwann'sche Scheide niemals unterbrochen ist, sondern continuirlich über sie hinzieht.

Unmittelbar an dieses Resultat schliesst sich noch eine zweite nicht minder interessante und sichere Folgerung über die Beschaffenheit der Schwann'schen Scheide im Niveau der Ranvier'schen Ringe. Beobachtet man nämlich das Strömen der verflüssigten Markscheide in der Nähe eines solchen, so sieht man deutlich, wie die flüssige Masse sich vor dem Ringe aufstaut und dann in beschleunigtem Flusse durch das verengte Strombett des Ringes hindurchgetrieben wird. Diese Beobachtung lehrt, dass im Niveau des Ringes ein starker Widerstand vorhanden sein muss, der dem von der aufgequollenen Markmasse ausgeübten Drucke entgegenwirkt, eine Fessel, die kräftig genug ist, das Strombett der verflüssigten Markscheide in engen Schranken zu halten, trotzdem dass augenscheinlich ein nicht unbedeutender innerer Druck

auf sie ausgeübt wird. Hieraus ergibt sich die nothwendige Schlussfolgerung, dass die Schwann'sche Scheide im Niveau der Ranvier'schen Ringe eingeschnürt und mit einer besonderen Resistenzfähigkeit ausgestattet ist, ähnlich den Verdickungen in der Scheide der Bindegewebsbündel, welche die früher „Spiralfasern" genannten ringartigen Einschnürungen bedingen.[1]

Aber nicht bloss an der Schwann'schen Scheide, sondern auch an dem Axencylinder lassen sich in diesem Stadium lehrreiche Beobachtungen anstellen. Wie schon oben erwähnt, erscheint der Axencylinder in den mit destillirtem Wasser behandelten Nervenfasern zunächst als ein centraler Längsstreifen von wechselnder Breite. Zuerst lässt sich, während die ihn umgebende blättrige Substanz der Markscheide sich zu verflüssigen und zu strömen beginnt, noch keine weitere Veränderung an ihm nachweisen. Bald aber treten Anzeichen auf, welche erkennen lassen, dass auch seine eigene Substanz durch das destillirte Wasser angegriffen und verändert wird. Diese Veränderung besteht, ganz ähnlich wie bei der Markscheide, in einer Verflüssigung: an den im Präparate befindlichen freien Schnittenden der Nervenfasern lässt sich an den nicht selten frei herausragenden Axencylindern ein ähnlicher Vorgang nachweisen, wie er oben für die verflüssigte Markscheide beschrieben wurde, indem nämlich auch aus dem freien Ende des Axencylinders deutliche Tropfen einer eiweissartigen Materie herausquellen und sich ablösen (vergl. die Abbildung Fig. 17). Wer diesen sich langsam vollziehenden Vorgang der Tropfenbildung, der übrigens fast an jedem einzelnen frei herausragenden Axencylinder zu beobachten ist, unter dem Mikroskope verfolgt hat, der wird sich der Einsicht nicht verschliessen können, dass dem Axencylinder der Besitz einer besonderen Scheide zugeschrieben werden muss: denn wäre diese Scheide nicht vorhanden, so könnte sich der Vorgang der Tropfenbildung an dem freien Ende des Axencylinders unmöglich so gestalten, wie er es unter den Augen des Beobachters wirklich thut, sondern müsste eine ganz andere Form annehmen.

Weiter als bis zu dem letztgeschilderten Stadium kann die Untersuchung der unter dem Einflusse des destillirten Wassers sich immer

---

[1] Die beste Bestätigung für die Richtigkeit dieser Ansicht gibt die Silberimprägnation, welche die Einschnürungen der Bindegewebsbündel und der Schwann-schen Scheide in ganz derselben characteristischen Weise hervortreten lässt. Der wagerechte Balken der von Ranvier entdeckten nach der Silberbehandlung an den Nervenfasern auftretenden Kreuze entspricht der an dieser Stelle ringförmig verdickten Schwann'schen Scheide. Auch die Untersuchung der Nervenfasern in verdünnter Essigsäure und in essigsaurer Carminlösung bestätigt durchaus die Identität dieser Gebilde mit den „Spiralfasern".

mehr und mehr zersetzenden Nervenfaser mit Vortheil nicht ausgedehnt werden, da zuletzt der veränderte Axencylinder vollständig mit der veränderten Markscheide zusammenfliesst und verschmilzt und so schliesslich eine homogene zähflüssige Masse schaumigen Aussehens den alleinigen Inhalt der Schwann'schen Scheide ausmacht.

Es ergibt sich aus der obigen Darstellung, dass die Untersuchung der Nervenfasern in destillirtem Wasser kaum weniger interessante histiologische Resultate ergibt, als die Untersuchung in der physiologischen Kochsalzlösung, als deren directes Gegentheil sie bezeichnet werden kann. Denn während die Stärke der letzteren Methode wesentlich darin beruht, dass sie die einzelnen Constituanten der Nervenfaser und namentlich die Markscheide in möglichst unveränderter Form conservirt und zu studiren erlaubt, ist das destillirte Wasser wesentlich durch den zerstörenden und zersetzenden Einfluss ausgezeichnet, den es fast unmittelbar auf den Inhalt der Nervenfaser und besonders auf die Markscheide ausübt. Diese ausgesprochenen Veränderungen, welche bei Zusatz destillirten Wassers die Nervenfaser so zu sagen unter den Augen des Beobachters erleidet, verbieten zwar eine directe Anwendung dieser Methode auf das histologische Studium der Nervenfaser; sie sind aber von allergrösstem Werth durch die Schlussfolgerungen, die sich aus ihnen für die normale Histiologie der Nervenfaser ableiten lassen. So konnten aus den Veränderungen der Markscheide gewisse histologische Eigenthümlichkeiten der Schwann'schen Scheide und aus den Veränderungen des Axencylinders die Existenz einer ihn umgebenden Scheide indirect erschlossen werden, — Resultate, welche zu erlangen die sonst so vorzügliche direct anzuwendende Untersuchungsmethode der Nerven in der physiologischen Kochsalzlösung sich als ohnmächtig erwiesen hatte.

C. Untersuchung der Nervenfasern in Pikrocarmin und in concentrirter Pikrinsäure.

Schon Ranvier hat der Untersuchung der Nervenfasern in Pikrocarmin ein eingehendes Studium gewidmet; ich kann daher kurz sein und brauche mich nur darauf zu beschränken, die Ranvier'sche Darstellung durch einige Zusätze zu ergänzen.

Unmittelbar nachdem das Präparat (durch Zerzupfen eines Stückes des Ischiadicus in einem Tropfen concentrirter Pikrocarminlösung) angefertigt wurde, erscheinen bereits fast sämmtliche Nervenfasern gelbgrün gefärbt und zwar wahrscheinlich deshalb so ausserordentlich intensiv, weil ihre Farbe sich von dem complementären Grunde des Pikrocarminroths abhebt. Doch ist neben diesen gelbgrün gefärbten Nervenfasern

noch eine Minorität farbloser Fasern im Präparate vorhanden, welche in jeder Beziehung das für die normale und unveränderte Nervenfaser characteristische Aussehen und die gleichen Eigenthümlichkeiten des Axencylinders und der Markscheide zeigen, die oben bei Gelegenheit der Untersuchung in physiologischer Kochsalzlösung beschrieben wurden. Endlich, wenn auch langsam, verändern sich auch diese farblosen Nervenfasern, indem sie sich gelbgrün färben und ganz den übrigen im Präparate befindlichen Nervenfasern ähnlich werden.

Der Sitz der gelbgrünen Farbe ist ausschliesslich die Markscheide, deren Substanz den im Pikrocarmin enthaltenen gelben Bestandtheil des Farbstoffs mit besonderer Gierigkeit aufzunehmen scheint. Dabei treten, wenn auch langsamer, ganz ähnliche Erscheinungen ein, wie die, welche bei der Einwirkung des destillirten Wassers auf die Markscheide stattfinden: die Markscheide quillt auf und erscheint breiter als im normalen Zustande; die einzelnen Marksegmente sind nicht mehr deutlich zu unterscheiden, sondern fliessen miteinander zusammen, und endlich stellt sich auch jene Zerklüftung und Zerblätterung der veränderten Markscheide ein, welche oben bei der Einwirkung des destillirten Wassers ausführlich beschrieben wurde. Doch kommt es bei dem Pikrocarmin niemals zu einer eigentlichen Verflüssigung der Markscheide und zu einer strömenden Bewegung des Inhalts der Nervenfaser.

Umgekehrt wie die Substanz der Markscheide, welche ausschliesslich den im Pikrocarmin enthaltenen gelben Farbstoff für sich in Anspruch nimmt, hat der Axencylinder eine ausgesprochene Verwandtschaft zu dem in dem Pikrocarmin enthaltenen Roth. Doch äussert sich diese Verwandtschaft erst sehr viel später — sei es, weil die gelbgefärbte Markscheide der Diffusion des rothen Farbstoffes ein zu starkes Hinderniss entgegensetzt, sei es, weil sich die Reaction an und für sich langsamer vollzieht. In der That sind in der ersten Stunde nach Anfertigung des Präparates nur sehr schwache Spuren einer Rothfärbung des Axencylinders zu bemerken, die sich erst nach mehreren Stunden oder gar Tagen in ihrer ganzen Schönheit einstellt. Der so gefärbte Axencylinder erscheint dann als ein homogener rother Faden von nahezu gleichmässiger Breite.

Ganz ähnlich, nur noch energischer wie das Pikrocarmin, wirkt auf die Markscheide die concentrirte Pikrinsäure, welche im Augenblick sämmtliche Nervenfasern des Präparates ohne Ausnahme gelb färbt. Die mikroskopischen Veränderungen der Markscheide entsprechen jedoch nicht ganz den nach Einwirkung des Pikrocarmin auftretenden Erscheinungen. Die einzelnen Marksegmente verschmelzen auch hier alsbald zu einer continuirlichen Masse; doch zeigt diese nicht Zerspaltung in der Längs-

axe der Nervenfaser, sondern erscheint meist mehr oder minder deutlich granulirt.

Der Axencylinder erscheint nach Behandlung mit concentrirter Pikrinsäure, ganz ähnlich wie nach der Einwirkung des Pikrocarmin, als ein homogener Faden von nahezu gleichmässiger Breite.

D. Untersuchung der Nervenfasern in Ueberosmiumsäure.
(Fig. 18.)

Die ersten Veränderungen, welche die frischen in einem Tropfen Ueberosmiumsäure von 1 % zerzupften Nervenfasern zeigen, bestehen in einer Schwärzung und in einer Verbreiterung der einzelnen Marksegmente, welche (wie eine Vergleichung der Abbildung Fig. 18 z. B. mit der Abbildung Fig. 6 zeigt) bald das Doppelte der ursprünglichen Breitendimension erreichen. Gleichzeitig verlieren sie ihren Glanz und ihre Homogenität, und in ihrem Innern stellt sich eine körnige Trübung ein. Der Axencylinder tritt dabei als besonderes Gebilde nicht in die Erscheinung.

Nach längerer Einwirkung des Reagens treten noch andere Veränderungen ein: die Markscheide wird immer dunkler und legt sich der Länge und Quere der Nervenfaser nach in Falten und Runzeln; die einzelnen Marksegmente verlieren ihre ursprünglich scharf zugespitzten Ränder und verschmelzen endlich fast ganz vollkommen mit einander, so dass zuletzt die Zusammensetzung der Markscheide aus einzelnen Segmenten so gut wie völlig unkenntlich wird.

Noch weitere und ausgesprochenere Veränderungen der Nervenfaser durch die 1 % Osmiumsäure sieht man auftreten, wenn man die Anwendung des Reagens in der Weise abändert, eine grössere Menge der Lösung auf einmal und längere Zeit auf die Nervenfasern einwirken zu lassen, d. h. wenn man Nervenstämmchen untersucht, welche längere Zeit, Tage und Wochen, in einem Glasgefäss mit Ueberosmiumsäure aufbewahrt waren. Was an diesen Nervenfasern zunächst auffällt, ist neben dem vollkommenen Tintenschwarz der Markscheide die durchgängig stark verschmälerte Breitendimension: die einzelnen Fasern erscheinen wie ausgetrocknet, indem offenbar eine sehr starke Wasserabgabe aus ihrem Inhalt an das concentrirtere umgebende Medium stattgefunden hat. Diese Austrocknung und Verschmälerung der Nervenfaser muss wesentlich auf Kosten des Axencylinders vor sich gegangen sein, denn die Markscheide erscheint ihrerseits deutlich verbreitert und körnig und zeigt dabei meist ausserordentlich viele Runzeln und Falten; ihre Zusammensetzung aus einzelnen Segmenten ist zwar gewöhnlich noch erkenntlich, doch sind

meistentheils die einzelnen Marksegmente namentlich an ihren Berührungsstellen derartig verändert, dass die hier sichtbaren Continuitätstrennungen kaum mehr einen physiologischen Eindruck machen, sondern ebensogut als durch die Erhärtung der Markscheide herbeigeführte künstliche Risse angesehen werden können.

Noch wieder ganz andere Bilder und Resultate erhält man, wenn man auf die Nervenstämmchen statt der concentrirteren einprocentigen Lösung eine grössere Qualität einer verdünnteren Lösung z. B. von 0,1 % einwirken lässt. Die durch diese Methode hervorgebrachten Bilder gleichen oft ganz ausserordentlich den durch das destillirte Wasser hervorgerufenen Zersetzungsbildern, von welchen sie sich mitunter nur durch die schwärzliche Färbung unterscheiden. Sonst treten an der Markscheide ganz übereinstimmend wenigstens die ersten Anfänge der Veränderungen ein, die oben bei dem destillirten Wasser beschrieben wurden: Verbreiterung und Aufquellung der einzelnen Marksegmente, die dabei ihren Glanz verlieren und eine fast flüssige Beschaffenheit annehmen; in diesem Zustande fliessen sie alsbald zu einer einheitlichen schaumigen Masse zusammen, die, wenn die Osmiumsäure reichlich und längere Zeit einwirkt, eine ziemlich dunkle, schwarze Färbung erlangt. Hierbei ist jedoch hervorzuheben, dass in der verdünnten Osmiumsäure die Substanz der Marksegmente sich weniger regelmässig in longitudinale Streifen zerspaltet als im reinen destillirten Wasser, sondern dass sie sich auch nach allen anderen Richtungen und auch in der Quere mit gleicher Leichtigkeit aufblättert und sich mehr gleichmässig in eine schaumige Materie verwandelt, in welcher dann die Osmiumsäure oft sehr zierlich gestaltete netzförmige schwarze Niederschläge hervorbringt. An manchen Nervenfasern derartiger Präparate überwiegt übrigens die conservirende und härtende Einwirkung der Osmiumsäure den verflüssigenden und zerstörenden Einfluss des destillirten Wassers, und diese Fasern erscheinen dann ganz ähnlich denen mit verbreiterter und körnig getrübter Markscheide (vergl. die Abbildung Fig. 18), wie sie bei der zuerst besprochenen Anwendung der Osmiumsäure erhalten werden.

Mitunter sieht man an den mit Osmiumsäure (gleichgültig nach welcher Methode) behandelten Nervenfasern in der aufgequollenen körnigen oder schaumigen Substanz der verbreiterten Marksegmente eine eigenthümliche Zeichnung auftreten, indem in ihr mehr oder minder regelmässig parallele dunkele Streifen erscheinen, die zu der Längsrichtung des Marksegmentes senkrecht orientirt sind. So kann der Anschein einer mitunter fast regelmässigen Structur hervorgebracht werden, als ob die Substanz der Markscheide aufgebaut sei aus feinen kurzen Stäbchen, welche die Markscheide vom Axencylinder bis zur Schwann'schen

Scheide durchsetzen. Diese Bilder sind zuerst von Lantermann beschrieben worden, welcher geneigt ist, sie als den Ausdruck einer präformirten natürlichen Structur zu betrachten — meiner Ansicht nach mit entschiedenstem Unrecht, da an der wirklich frischen Markscheide niemals auch nur eine Spur eines derartigen Verhältnisses zu sehen ist, und ferner die Stäbchenbildung durchaus nicht in allen mit Osmium behandelten Nervenfasern auftritt und wenn sie überhaupt erscheint, erst dann sich zeigt, wenn unter dem Einflusse des Reagens die Markscheide bereits auf das Doppelte ihrer ursprünglichen Dicke aufgequollen ist.

E. Untersuchung der Nervenfasern in einer zweiprocentigen Lösung von einfach chromsaurem Ammoniak.

Eine ganz ähnliche Stäbchenstructur der Markscheide wie Lantermann nach der Einwirkung der Osmiumsäure hat neuerdings Mc'Carthy nach der Einwirkung des einfach chromsauren Ammoniaks (in zweiprocentiger Lösung) beschrieben; nach den von ihm mitgetheilten Abbildungen zu schliessen, musste mit der letzteren Methode das fragliche Structurverhältniss der Markscheide ganz ausserordentlich viel klarer und schärfer dargestellt und wahrgenommen werden können, als mit der Osmiumsäure, welche niemals auch nur annähernd so regelmässige Bilder giebt, wie die von Mc'Carthy abgebildeten Präparate.

Ich war daher sehr erstaunt, bei der Untersuchung dieses Reagens zu finden, dass die Fasern eines in einem Tropfen der betreffenden Lösung angefertigten Zerzupfungspräparates sich auch während der längsten bei diesen Versuchen anwendbaren Beobachtungszeit nicht im Allergeringsten verändern, sondern sich ganz so verhalten, als wenn sie in der physiologischen Kochsalzlösung untersucht würden. Alle die feinsten histiologischen Details, die Structur der Marksegmente, die wolkenartige Trübung und die charakteristische Gerinnung des Axencylinders lassen sich mit dieser Methode genau so schön wahrnehmen, wie in der physiologischen Kochsalzlösung, ja die Veränderungen des Axencylinders noch besser, weil seine Substanz in der chromsauren Ammoniak-Lösung eine leicht gelbliche Farbe annimmt. Wirkliche Veränderungen der Nervenfasern durch das einfach chromsaure Ammoniak lassen sich erst dann beobachten, wenn man seine Anwendung dahin abändert, die Nervenstämmchen längere Zeit lang (Tage und Wochen) in einem grösseren Quantum der Lösung aufzubewahren und dann erst zu untersuchen. Die so behandelten Nervenfasern erscheinen, ebenso wie die in einprocentiger Osmiumsäure erhärteten, sehr verschmälert. Die Markscheide, in welcher die einzelnen Segmente nicht mehr zu unter-

scheiden sind, ist verbreitert und unregelmässig gestreift, ähnlich wie an gewissen Osmiumpräparaten. Von der Stäbchenstructur Mc'Carthy's habe ich nur Spuren wahrnehmen können und keinesfalls bessere Bilder erhalten als an Osmiumpräparaten, obwohl ich eine grössere Auswahl von Nervenstämmchen untersuchte, die alle verschieden lange Zeit in der Lösung verweilt hatten. Vermuthlich hat das abweichende Resultat Mc'Carthy's seinen Grund darin, dass er nicht, wie ich, isolirte feine Nervenstämmchen, sondern ein ganzes grösseres anatomisches Präparat mit Spinalganglien und Nervenfasern der Einwirkung der Lösung aussetzte und dadurch eigenthümliche sehr schwer bestimmbare und unmöglich nachzuahmende Diffusionsverhältnisse herbeiführte, die in seinem speciellen Falle jene eigenthümliche nachträgliche Veränderung der Markscheide zur Folge haben mochten. Diesem, wenn auch noch so regelmässigen Bilde jedoch eine physiologische Bedeutung beimessen zu wollen, halte ich für völlig unstatthaft aus denselben oben bereits gelegentlich der Einwirkung der Osmiumsäure entwickelten Gründen, denen sich speciell für das einfache chromsaure Ammoniak noch die Thatsache anschliesst, dass gerade dieses Reagens wie kaum irgend ein anderes das characteristische Bild der physiologisch frischen Nervenfaser lange und vortrefflich conservirt. Wird dann nachträglich in einem derartigen Präparate unter irgend welchen besonderen Umständen noch eine Stäbchenstructur der Markscheide sichtbar, so kann es sich dabei offenbar nur um einen postmortalen Zersetzungsprocess handeln.

F. Untersuchung der Nervenfasern in Kochsalzlösung von 10 %.
(Figg. 19. 20. 21.)

Den Physiologen ist seit lange die reizende Wirkung wohlbekannt, welche die concentrirte Kochsalzlösung auf die Nervenfaser ausübt, und zu ihrer Erklärung hat man wohl nicht mit Unrecht auf die Wasserentziehung hingewiesen, welche der Inhalt der Nervenfaser unter der Einwirkung dieser concentrirten Lösung erleiden muss. Mikroskopisch untersucht erscheinen in der That die der concentrirten Kochsalzlösung ausgesetzt gewesenen Nervenfasern wie verdorrt, ihr Breitendurchmesser ist gleichsam eingeschrumpft und ihr Inhalt ist in eine stark lichtbrechende körnige Masse verwandelt, in der Axencylinder und Markscheide nicht mehr zu unterscheiden sind.

Dieselben Veränderungen, wie die concentrirte, erzielt auch die 10procentige Kochsalzlösung, nur um vieles langsamer und vielleicht weniger ausgesprochen. Es empfiehlt sich daher, anstatt der concentrirten die letztere Lösung zu dem Studium der an der Nervenfaser sich voll-

ziehenden (und, wie ich bekennen muss, mir in mancher Beziehung unverständlich gebliebenen) Veränderungen anzuwenden, welche sehr erheblich von allen anderen bisher beschriebenen Zersetzungsbildern abweichen.

Unmittelbar nachdem man das Präparat angefertigt hat, erscheint die Nervenfaser wie sie in der Abbildung Fig. 19 wiedergegeben ist. Die Zusammensetzung der Markscheide aus einzelnen Marksegmenten ist für den Sachkundigen wenigstens noch nachweisbar, wenn auch die einzelnen Segmente nicht mehr von einander getrennt, sondern an ihren Berührungsstellen durch tropfenartige Bildungen mit einander verschmolzen sind. Der ganze optische Längsschnitt der Nervenfaser wird von einer grossen Menge sehr feiner und stark lichtbrechender Körnchen eingenommen, von denen es zu entscheiden unmöglich ist, ob sie im Innern des Axencylinders oder an seiner Oberfläche oder auch in der Markscheide ihren Sitz haben.

In den späteren Stadien (vergl. die Abbildungen Figg. 20 und 21) schreiten dieselben Veränderungen noch weiter vor, indem zunächst die Zusammensetzung der Markscheide aus einzelnen Segmenten sich bis zur völligen Unkenntlichkeit verwischt, und zweitens die zuerst stets ausserordentlich feinen Körnchen ein immer gröberes Kaliber annehmen, vielleicht dadurch, dass die feinen Körnchen zu grösseren zusammenfliessen. Der optische Längsschnitt der Nervenfaser erscheint dann mit glänzenden Tropfen oder Buckeln wie besäet. Leider bleibt es unmöglich, zu entscheiden, welchem Vorgange diese zahllosen glänzenden Körner eigentlich ihre Entstehung verdanken, ob sie allein aus dem Axencylinder oder auch aus einer Zersetzung der Markscheide hervorgehen. Sie sind übrigens nicht für die 10procentige Kochsalzlösung allein, sondern überhaupt für alle Flüssigkeiten charakteristisch, welche der Nervenfaser Wasser entziehen und sie erhärten. Sie finden sich in gleicher Deutlichkeit mithin auch an den Nervenfasern, die in concentrirter Pikrinsäure, in einprocentiger Osmiumsäure und in der zweiprocentigen Lösung des einfach chromsauren Ammoniaks aufbewahrt wurden, ferner an den Nervenfasern aller in Alkohol oder in Müller'scher Flüssigkeit erhärteten Präparate u. s. w.

Wenn ich mich in der Darlegung meiner Befunde zunächst auf die mikroskopischen Veränderungen beschränke, welche durch die Anwendung der physiologischen Kochsalzlösung, des destillirten Wassers, des Pikrokarmins und der Pikrinsäure, der Ueberosmiumsäure, des einfach chromsauren Ammoniaks und der 10procentigen Kochsalzlösung in der mark-

haltigen Nervenfaser hervorgerufen werden, so geschieht dieses nicht desshalb, weil ich auf sie allein meine Untersuchungen beschränkt hätte. Ausser den genannten habe ich noch studirt: die Einwirkung des Glycerins, des Aethers, Chloroforms und Collodiums, der kaustischen Kalilauge und der Essigsäure. Ich hielt es jedoch nicht für nöthig, die durch diese Reagentien hervorgebrachten Zersetzungsbilder mit in diese Darstellung aufzunehmen, weil die sämmtlichen aus ihnen abzuleitenden Rückschlüsse auf den Bau der Nervenfaser sich bereits leichter und bequemer aus dem Studium der in dieser Abhandlung ausführlich berücksichtigten Zusatzflüssigkeiten ergeben hatten.

Nur ein einziges Reagens, das Silbernitrat, habe ich zu meinem wirklichen Bedauern aus dieser Darstellung ausschliessen müssen: ich muss mir versagen, die damit gewonnenen Resultate schon hier mitzutheilen, da sie in allzu inniger Beziehung stehen mit gewissen allgemeinen Wahrheiten über die Silbermethode und die Bindegewebsfrage, als dass sie ohne ein gleichzeitiges intimes Eingehen auf diese beiden Gebiete verständlich sein würden.

Nur die eine Thatsache will ich hier erwähnen, dass es mir gelungen ist, an gewissen elastischen Fasern eine ganz identische Querstreifung hervorzurufen, wie sie zuerst Frommann durch Silberbehandlung an den Axencylindern der Nervenfasern erzeugt hat.

In den letzten Jahren sind die himmelstürmenden Histiologen nicht selten gewesen, welche ganz neue und überraschende Ansichten über den Bau und die Zusammensetzung der markhaltigen Nervenprimitivfaser verkündet haben. In diese Kategorie, welcher übrigens auch Schmidt nicht ganz ferne steht, gehören Tamamscheff,[1] A. v. Török,[2] und Thin,[3] die sich gegenseitig in den abenteuerlichsten Fictionen über den Bau der Nervenfaser überbieten. Charakteristisch ist für diese Mikroskopiker der Umstand, dass sie alle drei das Wesentliche, was noch an der Nervenfaser neu zu entdecken war, die Zusammensetzung der Markscheide aus einzelnen Segmenten, nicht gesehen haben. Charakteristisch ferner die Thatsache, dass alle ihre drei Publikationen

[1] Ueber Nervenrohr, Axencylinder und Albuminstoffe. Vorläufige Mittheilung. — *Centralbl. f. d. med. Wissensch.* 1872. S. 593.

[2] Ueber den Bau der Nervenfaser. Vorläufige Mittheilung. — *Verhandl. der physik.-med. Gesellsch. zu Würzburg.* Neue Folge. 1872. Bd. III. S. 41.

[3] A contribution to the anatomy of connective tissue, nerve and muscle. *Proceedings of the Royal Society.* 1874. S. 523.

„vorläufige Mittheilungen" geblieben sind, ohne dass ihre Verfasser den Muth gefunden hätten, ihre Hallucinationen zu einer wissenschaftlich greifbareren Form zu verdichten.

Die durch die vorliegende Arbeit geförderten Resultate sind sehr viel bescheidenerer Art: sie begnügen sich zunächst mit der Achtung alter Wahrheiten und der Anerkennung neuer Fortschritte, indem sie einerseits daran festhalten, dass die Nervenfaser aufgebaut sei aus der classischen Trias: Axencylinder, Markscheide und Schwann'sche Scheide, und indem sie ferner die schöne neue Entdeckung Ranvier's, den Zerfall der Nervenfaser in eine Reihe gleichmässiger Nervenstrecken, in ihrem vollen Umfange bestätigen. Die weiteren, aus dem methodischen Studium der Zersetzungsbilder sich ergebenden histiologischen Thatsachen lassen sich folgendermaassen zusammenfassen:

1) Der Axencylinder besitzt einen fast flüssigen Aggregatzustand. Hierfür spricht, ausser der früher in frischen Fasern des elektrischen Nerven von Torpedo beobachteten Molecularbewegung, die an den in physiologischer Kochsalzlösung untersuchten Nervenfasern unter den Augen des Beobachters eintretende Bildung eines federseelenartigen Gerinnsels. Beide Thatsachen lassen keine andere Erklärung zu, als dass die Substanz des Axencylinders im frischen Zustande flüssig oder doch halbflüssig ist und jedenfalls intra vitam und im überlebenden Zustande nicht die fibrilläre Structur besitzt, die ihr von einzelnen neueren Histiologen zugeschrieben wurde. Dass dieser flüssige Inhalt des Axencylinders in einer besonderen Scheide eingeschlossen sei (deren Existenz, ebenso wie die flüssige Beschaffenheit des Axencylinders, bereits von vielen Histologen vermuthet wurde), dafür sprechen die an mit destillirtem Wasser behandelten Nervenfasern leicht zu machenden Beobachtungen von Tropfen, die aus dem freien Ende flüssiger Axencylinder hervortreten.

2) Die Markscheide verläuft nicht continuirlich von einem Ranvier'schen Ringe zum andern, sondern ist zwischen je zwei Ringen zusammengesetzt aus einer mehr oder minder grossen Anzahl einzelner Marksegmente, welche wie Manschetten in und über einander gesteckt sind. Die Substanz dieser einzelnen Marksegmente ist im frischen Zustande ausserordentlich stark lichtbrechend, vollkommen homogen und structurlos. In Berührung mit heterogenen Flüssigkeiten verändert sie sich fast augenblicklich und zeigt mitunter nach der Einwirkung bestimmter Reagentien sehr charakteristische Zersetzungsbilder (einen „fibrillären Bau" bei destillirtem Wasser, eine „Stäbchenstructur" bei Ueberosmiumsäure und einfach chromsaurem Ammoniak), die jedoch unmöglich als Anzeichen einer präformirten Structur gedeutet werden

dürfen — schon aus dem Grunde nicht, weil die verschiedenen im Gefolge der verschiedenen Reagentien auftretenden Zersetzungsbilder sich morphologisch gegenseitig ausschliessen, so dass von ihnen überhaupt immer nur eine einzige richtig sein kann, während doch theoretisch für sämmtliche nach dem Zusatze heterogener Flüssigkeiten auftretende Structuren der gleiche Grad von Berechtigung vorhanden ist, als präformirt gedeutet zu werden.

3) Die Schwann'sche Scheide endlich stellt ein vollkommen geschlossenes Rohr dar, welches den Axencylinder und die Markscheide continuirlich einschliesst. Sie ist nirgends unterbrochen, auch an den Ranvier'schen Ringen nicht, an denen ihre Substanz vielmehr analoge Verstärkungen zeigt, wie sie sich in der die Bindegewebsbündel umgebenden Scheide an den Stellen der sogenannten Spiralfasern vorfinden.

Rom, den 31. Mai 1876.

Erklärung der Tafeln.

Die Abbildungen Figg. 1—5 sind genau 270 mal, die Figg. 6—21 genau 540 mal vergrössert. — Alle gezeichneten Präparate mit Ausnahme von Fig. 1 entstammen dem N. ischiadicus des Frosches.

Fig. 1. Ein 1,55 mm langes Stück aus dem N. electricus eines jungen 9 cm langen Torpedo narke, zusammengesetzt aus sechs einzelnen Ranvier'schen Nervenstrecken, von denen jede in ihrer Mitte einen einzelnen Kern enthält, der die Markscheide noch vollständig unterbricht. Osmiumpräparat.

Fig. 2. Eine einzige Ranvier'sche Nervenstrecke von 1,50 mm Länge mit centralem Kern; die Markscheide der Strecke besteht aus 19 einzelnen Marksegmenten. In physiologischer Kochsalzlösung.

Fig. 3. Ein 1,55 mm langes Nervenstück mit einem Ranvier'schen Ringe und einem Kerne. In physiologischer Kochsalzlösung.

Fig. 4. Nervenfaser in physiologischer Kochsalzlösung mit einem Ranvier'schen Ringe und einem Kerne.

Fig. 5. Nervenfaser in physiologischer Kochsalzlösung in beginnender Zersetzung befindlich, die namentlich in der Umgebung des Ranvier'schen Ringes deutlich ausgesprochen erscheint.

Fig. 6. In physiologischer Kochsalzlösung. Erstes Stadium.

Fig. 7. In physiologischer Kochsalzlösung. Beginnendes zweites Stadium.

Fig. 8. In physiologischer Kochsalzlösung. Federseelenartige Gerinnungsform des Axencylinders im zweiten Stadium.

Fig. 9. Nervenfaser mit Ranvier'scher Einschnürung im zweiten Stadium. In physiologischer Kochsalzlösung.

Fig. 10. Eigenthümliche faserartige Bildungen an den freien Enden der Marksegmente im dritten Stadium. In physiologischer Kochsalzlösung.

Fig. 11. In physiologischer Kochsalzlösung. Verschmelzung der freien Enden der Marksegmente im dritten Stadium.

Fig. 12. Nervenfaser mit Ranvier'scher Einschnürung, von welcher die Zersetzung der Markscheide ausgeht. In physiologischer Kochsalzlösung.

Fig. 13. In physiologischer Kochsalzlösung. Nervenfaser im vierten Stadium.

Fig. 14. Nervenfaser im vierten Stadium mit vorzugsweise querer Runzelung der Markscheide. In physiologischer Kochsalzlösung.

Fig. 15. Nervenfaser in destillirtem Wasser. Beginnende Veränderung der Marksegmente.

Fig. 16. Nervenfaser in destillirtem Wasser. Weiter vorgeschrittene Veränderung der Markscheide, innerhalb deren der Axencylinder als besonderes Gebilde deutlich sichtbar wird.

Fig. 17. In destillirtem Wasser. Nervenfaser mit Ranvier'scher Einschnürung. Aus der vollkommen verflüssigten und desorganisirten Markscheide ragt der Axencylinder frei hervor und lässt seinen Inhalt in Tropfen austreten.

Fig. 18. Nervenfaser im ersten Stadium der Einwirkung von einprocentiger Osmiumsäure.

Fig. 19. Nervenfaser in 10procentiger Kochsalzlösung. Die Zusammensetzung der Markscheide aus einzelnen Segmenten ist noch nachweisbar.

Fig. 20. Weitere Veränderung der Nervenfaser durch die 10procentige Kochsalzlösung.

Fig. 21. Noch weiter vorgeschrittene Einwirkung der 10procentigen Kochsalzlösung.

Ueber den Bau der Lendenwirbelsäule.

Von

Fr. Merkel
in Rostock.

(Hierzu Tafel XIV u. XV.)

Die bisherigen Beobachtungen über die normalen Krümmungen der Wirbelsäule wurden in der Art angestellt, dass man entweder Medianschnitte derselben untersuchte oder dass man an dem Lebenden, so gut es bei ihrer versteckten Lage gehen mochte, Bestimmungen vornahm. Die letztere Methode ist wegen der ganz unsicheren Ergebnisse, welche man aus der Untersuchung der allein zugänglichen Processus spinosi erhält, einer ausgedehnten Anwendung nicht fähig; die erstere aber hat den Fehler, dass sie nur ein Bild der Wirbelkörper geben kann, indem ja fast die ganzen Bogen, besonders die Gelenkfortsätze, unter den Weichtheilen versteckt sind. Man wird sich deshalb bei dieser Art der Beobachtung immer darauf beschränken müssen, die Gesammtkrümmung zu untersuchen, ohne die Rolle genau controliren zu können, welche die einzelnen Wirbel bei der Hervorbringung derselben spielen. Gerade aber die genaue Kenntniss dieser Rolle wird erst die Möglichkeit an die Hand geben, zu bestimmen, ob es überhaupt eine normale Krümmung, das heisst eine solche, die in den Verhältnissen des Skeletts begründet ist, giebt, oder ob es lediglich die Bandscheiben sind, welche die Curve bedingen. Würde letzteres der Fall sein, dann müsste man mit Henke[1] an dem Nachweis einer beständigen Normalkrümmung verzweifeln und wie er annehmen, dass dieselbe nach Geschmack und Mode wechselt.

Man wird also fragen: Liegt eine bestimmte Curve der Gesammtwirbelsäule in der Configuration der einzelnen Wirbel begründet, beein-

---

[1] *Festgruss für E. H. Weber.* Rostock 1871.

flusst der eine oder der andere mehr als die übrigen die Gesammtbiegung oder sind die Wirbel der einzelnen Abschnitte unter sich ziemlich gleich gebaut und ist die Herstellung der Krümmung nur auf Rechnung der Bandscheiben zu setzen, oder endlich, ist vielleicht ein bestimmtes Gesetz für den Bau der einzelnen Wirbel gar nicht vorhanden, ordnen sich diese und die Bandscheiben für jedes Individuum wieder mit anderen gegenseitigen Modificationen?

Da es mich augenblicklich zu weit führen würde, die ganze Wirbelsäule von diesen Gesichtspunkten aus zu betrachten, so beschränke ich mich darauf, nur deren Lendentheil zu behandeln, einen Abschnitt, welcher nicht allein wegen seiner eingreifenden Wichtigkeit für die Haltung des ganzen Körpers, sondern auch wegen der erheblichen Meinungsverschiedenheiten, zu welchen seine normale Krümmung Veranlassung gegeben hat, gewählt wurde.

Der Grund, warum die bisherigen Arbeiten noch keine Antwort auf die gestellten Fragen gegeben haben, liegt wohl in der Unzulänglichkeit der bis jetzt benützten Methoden. An der feuchten, wenn schon ganz rein präparirten Wirbelsäule ist es kaum ausführbar, die einzelnen Wirbel für sich genau zu studiren; an dem macerirten Präparat ist zwar diese Möglichkeit gegeben, hier aber stösst wieder die Construction der Gesammtkrümmung auf die grössten Schwierigkeiten. Es muss deshalb eine vermittelnde Untersuchungsart zu Hülfe genommen werden. Als solche hat sich mir die vortreffliche Lucae'sche geometrische Zeichenmethode sehr bewährt. Mit ihrer Hülfe ist es möglich, ein Profilbild der Wirbel zu entwerfen, welches in Einer Ebene alle wesentlichen Punkte der Körper, wie der Bogen enthält und deshalb die Vortheile des Medianschnittes mit denen einer Betrachtung der Bogen vereinigt. Bei einiger Uebung erhält man so genaue Zeichnungen, dass mehrere ganz unabhängig von einander gemachte Aufnahmen sich vollkommen decken.

Bei der Anfertigung der Zeichnungen verfuhr ich in der Art, dass ich den Wirbel mit Hülfe des Fadenkreuz-Diopters genau im Profil aufstellte; die einzelnen Lendenwirbel der macerirten Wirbelsäulen — welche ich ausschliesslich benützte — wurden, in einen Schraubstock eingeklemmt, so lange verschoben, bis sich die oberen und unteren hinteren Ecken des Wirbelkörpers, sowie der oberste und unterste Punkt der beiden Gelenkflächen beider Körperhälften deckten. Dann wurde die Zeichnung entworfen und in die Pause noch die obere Gelenkfläche eingezeichnet, welche sich ja auf der abgewandten Seite des Gelenkfortsatzes befindet. Auch dies konnte sehr genau mit Benützung der Contouren des Processus obliquus und mittelst Zirkelmessung gemacht werden. Zuletzt wurden in der Abbildung, ebenfalls mit Zuhülfenahme des Zirkels, die

Mittelpunkte der oberen und unteren Gelenkfläche bestimmt. — Ich will nicht unterlassen, zu bemerken, dass ich die ganze Untersuchung mit den gleichen Instrumenten, welche stets in ganz gleicher Weise benutzt wurden, ausgeführt habe.

Es wurden so Zeichnungen von zwölf Lendenwirbelsäulen beider Geschlechter und von der verschiedensten Grösse angefertigt. Die benützten Präparate wurden sorgfältig ausgesucht, so dass ich wohl sagen kann, dass meinen Untersuchungen ein durchaus normales Material zu Grunde liegt.

Betrachtet man nun zuerst die Verhältnisse der einzelnen Wirbel an sich, dann ergibt sich, dass einige Verhältnisse zahlreichen individuellen Variationen unterworfen sind, während andere sich mehr oder weniger constant zeigen.

Die Höhe der Körper vorne gemessen ist eine sehr verschiedene; in der einen Lendenwirbelsäule nimmt sie von oben nach unten zu, in der anderen ist es umgekehrt. Man ist auch geneigt, diese Dimension für eine nebensächliche, wenig wichtige zu halten, indem ja etwaige Unregelmässigkeiten durch die zwischengelagerten Bandscheiben ausgeglichen werden. Eine Vergleichung der Tabelle *A* ergibt auch wirklich, dass zwar die grossen Wirbelsäulen im Allgemeinen meist etwas höhere Wirbelkörper haben, ohne dass jedoch eine feste Regel bestände, welcher sich alle Wirbel einordnen liessen.

Merkwürdig ist es aber, dass erhebliche Abweichungen von dem Gesammtmittel 27·5 nicht vorkommen. Am höchsten ist die Separatmittelzahl von Nr. 185 mit 27·4, am geringsten die von Nr. 174 mit 22·6, während sich die Gesammthöhe der ersteren Lendenwirbelsäule auf 165·0 mm, die der letzteren auf 149·2 mm beziffert. Die Wirbelsäule mit grösster Gesammthöhe (Nr. 184 = 147·0 mm) ist von der kleinsten (Nr. 25 = 124·5 mm) in den Mittelzahlen sogar nur um 3·7 entfernt (27·3 : 23·6), es müssen deshalb noch andere Factoren, besonders die Dicke der Bandscheiben, beim Aufbau der Bauchwirbelsäule eine grössere Rolle spielen.

Ganz ähnlich verhält es sich mit der Sagittalaxe der Körper, welche bei den Messungen bis zu dem Punkte verlängert wurde, an dem sie sich mit der Verbindungslinie der Gelenkmittelpunkte schneidet. Auch diese Linie wechselt sehr und kann sich ganz unabhängig von der Gesammthöhe der Wirbelsäule zeigen — wie z. B. in Nr. 24. In ihr erscheint vielmehr das Robuste oder Gracile des jedesmaligen Knochenbaues ausgeprägt. Doch ist trotz aller Verschiedenheiten darin eine Regel zu erkennen, dass ausnahmslos das Mittel aus dem II., III. und IV. Wirbel grösser ist, als dasjenige des Gesammtabschnittes, was seinen

Grund darin hat, dass die Körperaxen des I. und V. Wirbels kürzer sind als die übrigen. Nur zweimal ist der erste Wirbel länger als der zweite (Nr. 184, 291), zweimal ist er gleich lang (Nr. 185, 187). Die Axe des V. Wirbels ist immer, meist sogar erheblich, kürzer als die der übrigen.

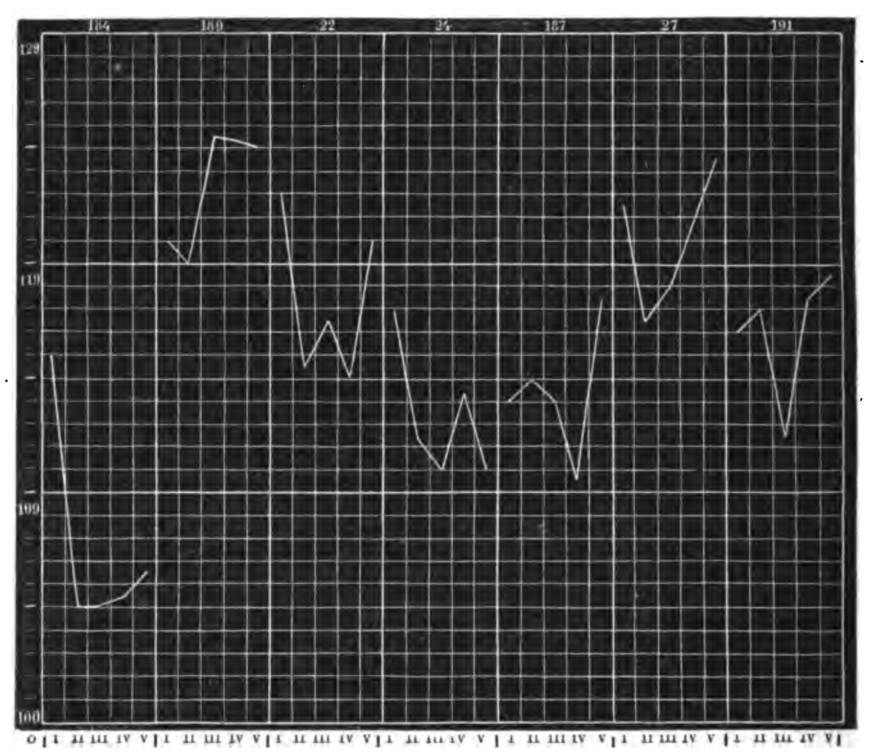
Anders ist es mit der „Gelenklinie", wie ich der Kürze wegen die Verbindungslinie der beiden Gelenkmittelpunkte je eines Wirbels nennen will. Bei ihr ist eine gewisse Regelmässigkeit nicht zu verkennen. Es fällt die Zahl von II bis V continuirlich ab, und zwar meist mit jedem nächstfolgenden Wirbel stärker, nur einmal ist ein Ansteigen der Zahl zu verzeichnen (Nr. 27, III = 25·7 : IV = 26·2), welches in Verhältnissen seine Correctur findet, die unten noch zu berühren sind. Der erste Wirbel ordnet sich aber nicht in die Reihe der übrigen ein, sondern zeigt in jedem einzelnen Falle wieder andere individuelle Eigenthümlichkeiten.

Was die Winkel anlangt, so ist durch sie die relative Stellung der einzelnen Theile des Wirbels zu eruiren, und zwar das Verhältniss des Bogens, der Gelenkfortsätze und des Körpers gegen einander.

Vergleicht man die Zahlen einmal für Bogen und Körper (Tabelle *D*) und dann für Bogen und Gelenklinie (Tabelle *E*), so finden sich hier noch grössere individuelle Schwankungen in jedem einzelnen Wirbel, als in Bezug auf die besprochenen Linien. Besonders deutlich tritt dies an der graphischen Darstellung hervor. Doch zeigt sich an dieser letzteren auf das klarste, dass ein ganz bestimmtes Wechselverhältniss zwischen Bogen-Gelenk-Winkel und Bogen-Körper-Winkel besteht; die Figuren beider Tafeln sind nahezu Spiegelbilder von einander. Es heben sich dadurch die individuellen Verschiedenheiten wieder auf. Wie die Betrachtung des Präparates lehrt, geschieht dies in der Weise, dass die Höhe und Stellung der Gelenkfortsätze sich ganz von der Richtung des Bogens emancipirt und sich nur nach der Länge der Körperaxe richtet. Vergleicht man die Tabelle *F*, auf welcher der Winkel verzeichnet ist, den die Gelenklinie zur Körperaxe bildet, dann findet man die ebenso interessante wie unerwartete Thatsache, dass in elf der gemessenen Wirbelsäulen der dritte und vierte Wirbel einen solchen von 90° zeigen. Dieses Verhältniss ist so constant, dass ich in einigen Fällen, in welchen etwas grössere oder kleinere Winkel notirt wurden, gerade dadurch auf kleine Ungenauigkeiten im Ziehen der Linien aufmerksam wurde und bei wiederholtem Nachmessen die Zahl berichtigen konnte. Anderseits liefert auch dieses constante Messungsresultat den Beweis, dass die angewandte geometrische Zeichenmethode auf grosse Zuverlässigkeit Anspruch machen kann. Warum die kleinste der gemessenen Wirbelsäulen die Zahlen 87·2° und 86·0° zeigt, ist schwer zu sagen; Fehler konnte ich bei mehrfach wiederholten Messungen nicht entdecken. Viel-

leicht ergibt die Untersuchung einer grösseren Reihe kleiner Wirbelsäulen darüber Aufschlüsse, ob bei dem Herabsinken der Wirbelsäule unter eine gewisse Länge Verhältnisse eintreten, welche andere Winkel bedingen.

Die übrigen drei Wirbel zeigen weit weniger constante Verhältnisse. Die Mittelzahlen sind für den ersten Bauchwirbel 86·1, für den zweiten 87·8, für den fünften 90 0. Die geringsten individuellen Schwankungen bietet noch der zweite Wirbel; gibt man einen Spielraum von 2° nach oben und unten von der Mittelzahl, dann ordnen sich in dieses Bereich von 4 Graden neun der untersuchten Wirbel ein. Bei dem ersten Wirbel



Graphische Darstellung der Tabelle *E.*

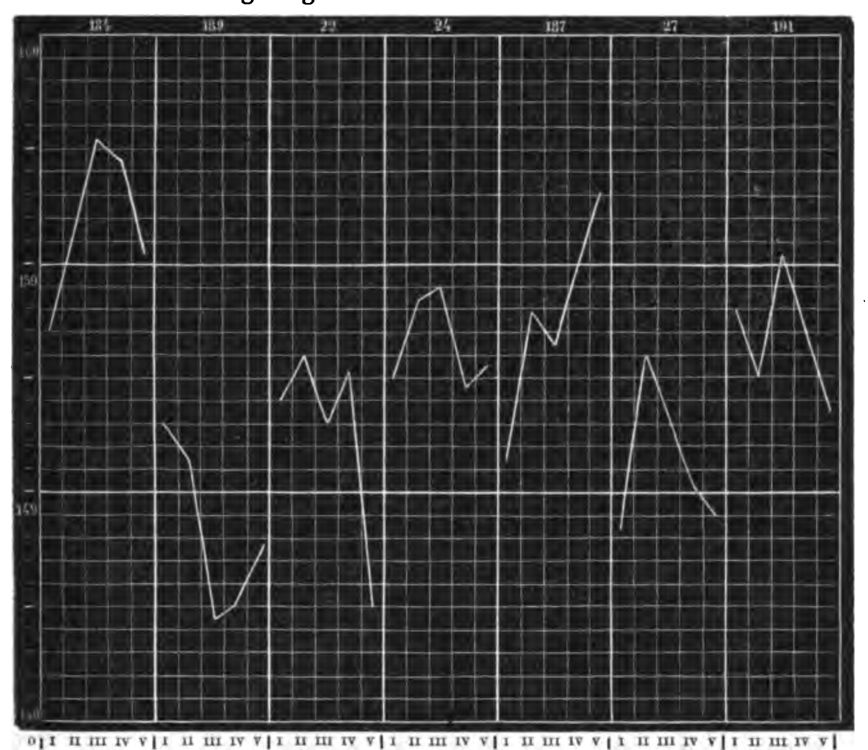
Die römischen Zahlen bedeuten die einzelnen Wirbel. Oben die Nummern der Wirbelsäulen. Zur Seite die Zahlen der Winkel.

bedarf es eines Spielraumes von 5 Graden, um die gleiche Zahl der einzelnen Wirbel unterzubringen. Vom fünften Wirbel lassen sich in die gleichen Grenzen von 5 Graden nur acht Exemplare bringen, so dass also dieser, obwohl seine Mittelzahl 90° ist, doch als der variabelste Lendenwirbel angesehen werden muss.

Sucht man nun aus den Wirbelzeichnungen, welche schon in Bezug auf die Einzelbetrachtung manches Neue ergeben haben, ein Profilbild

der ganzen Bauchwirbelsäule zu construiren, so drängt sich zuerst die Frage auf, ob die mathematischen Anhaltspunkte genügen, um eine solche Construction zu unternehmen.

Bezüglich der Körper der Bauchwirbel haben die bisherigen Untersuchungen an der feuchten Wirbelsäule mit Sicherheit ergeben, dass ihre Vorderflächen von einer gekrümmten Linie eingeschlossen werden, welche man als den Theil eines Kreisbogens ansieht. Man kann sich ja auch in der That an jeder Leiche überzeugen, dass winkelige Knickungen oder ein staffelförmig aufgesetzter Aufbau nicht existiren.



Graphische Darstellung der Tabelle *D.*

Diese Bogenlinie berührt die nach vorne am weitesten hervorragenden Stellen des Körpers, welche sich an dessen beiden Rändern befinden. In der Profilzeichnung erscheinen die Punkte als obere und untere vordere Ecke, und es ist klar, dass man hier den Bogen, wenn erst sein Radius bekannt ist, fast besser anzulegen im Stande sein muss, als an dem Präparat selbst.

Was die Gelenke betrifft, so müssen dieselben, wie schon oben erwähnt wurde, in ruhender Stellung gedacht werden. Als anatomische

Ruhelage hat man aber natürlich diejenige anzusehen, in welcher die Mittelpunkte der beiden ein Gelenk bildenden Articulationsflächen aufeinander fallen.

Lässt man alle für die gewünschte Construction unnöthigen Dinge weg, dann repräsentiren die einzelnen Wirbel Vierecke, deren Ecken von dem oberen und unteren Gelenkmittelpunkt und von der oberen und unteren Ecke der vorderen Körperfläche gebildet werden. Diese Vierecke legt man nun in der Art aufeinander, dass die den Gelenkmittelpunkten entsprechenden Ecken der aufeinander folgenden Wirbel sich decken und verschiebt dann so lange, bis die vorderen Ecken — die Körperendpunkte — in éinen Kreisbogen fallen.

Da aber diese Wirbelvierecke ganz unregelmässig sind, so existirt für die fünf jedesmal zusammengehörigen nur ein einziger Kreisbogen von ganz bestimmtem Radius, wenn überhaupt ein solcher vorhanden ist. Sucht man einen Bogen von grösserem Radius anzulegen, dann wird man sich vergeblich bemühen, die Gelenkmittelpunkte zur Deckung zu bringen, während dieselben umgekehrt bei zu kleinem Radius übereinander greifen.

Man hat somit durch die beschriebene Construction, welche in den Figuren I bis XII ausgeführt ist, die einzig mögliche anatomische Normalkrümmung der Bauchwirbelsäule vor sich. Aus der Betrachtung der Figuren ergibt sich nun aber sogleich, dass ein die ganze Lendenwirbelsäule umfassender Kreisbogen überhaupt nicht existirt, sondern dass ein solcher nur die drei mittleren Bauchwirbel (II, III, IV) einschliesst.

Der erste Bauchwirbel ragt über denselben vor, der fünfte springt meist nicht unerheblich zurück, und wollte man eine Curve construiren, welche die Vorderflächen der sämmtlichen fünf Bauchwirbel einschliesst, so würde dieselbe wahrscheinlich einer Hyperbel am nächsten kommen. Es sind ja auch die Horner-Meyer'schen Figuren in ihren Fortsetzungen nach oben beinahe als Hyperbeln zu betrachten.

Der Kreisbogen ist ein sehr constanter; er hat fast bei allen untersuchten Wirbelsäulen einen Radius von 250 mm; nur Nr. 184 mit einem Radius von 350 mm und Nr. 24 mit einem solchen von 300 mm machen eine Ausnahme. Es zeigt sich also die merkwürdige Thatsache, dass bei absoluter Gleichheit der Curven des in Rede stehenden Wirbelsäulenabschnittes die kleineren Präparate eine relativ flachere Krümmung haben, als die grösseren.

Bei einem Blick auf die gegenseitige Stellung der Wirbelgelenke findet man ebenfalls Uebereinstimmung in den Verhältnissen, welche aber noch grösser ist als bei den Wirbelkörpern, indem auch nicht eine

einzige der gezeichneten Wirbelsäulen von dem bestehenden Winkel abweicht. Man darf also in Bezug auf die Gelenkstellung von einem „Gesetz" sprechen, dem sich Alles einzuordnen hat, die Gelenklinien mögen kurz oder lang sein; und es ist diese Constanz deshalb um so interessanter, als man bis jetzt gewohnt war, die Gelenke als sehr variable und untergeordnete Theile der Wirbelsäule anzusehen.

Die Verhältnisse sind so, dass die Gelenklinien des II. und IV. Wirbels unter allen Umständen in einem Winkel von 166° gegen einander geneigt sind. Die Gelenklinie des III. Wirbels aber wechselt in ihrer Stellung nach der Höhe der Gesammt-Lendenwirbelsäule und zwar in der Art, dass ein Loth, welches man von dem Gipfel des Winkels auf die Gelenklinie fallen lässt, bei Lendenwirbelsäulen von über 150 ^{mm} am Ende des untersten Viertels, bei solchen von 150—140 ^{mm} Gesammtlänge am Ende des unteren Drittels und bei solchen von 140—130 ^{mm} in der Hälfte die Gelenklinie schneidet.

Denkt man sich also drei zusammenhängende Gelenklinien mit dem Winkel von 166° verschieblich verbunden, dann müsste man sie an demselben immer tiefer herabschieben, wenn man successive die Verhältnisse von den längsten bis zu den kürzesten Bauchwirbelsäulen nachahmen wollte.

Es versteht sich von selbst, dass an der Grenze von 150 und 140 ^{mm} Länge allmähliche Uebergänge stattfinden und dass hie und da das Loth zwischen $^1/_3$ und $^1/_4$ resp. $^1/_2$ der Länge der Gelenklinie hineinfällt, allein diese Schwankungen sind so minimal, dass man sie völlig ausser Acht lassen kann.

Ist die vorstehende Auseinandersetzung richtig, dann muss man bei der Construction der anatomischen Normalstellung auch den beschriebenen Weg zu deren Auffindung umkehren können und muss durch die Aufreihung der drei mittleren Bauchwirbel an dem Winkel von 166° die vordere Krümmung in regelmässiger und richtiger Weise erhalten. Es ist dies in der That der Fall und man findet bald, dass die Construction mittelst des Gelenklinienwinkels rascher und sicherer geht; man gibt das mühsame Ausprobiren der vorderen Krümmung gerne auf, um erst am Schlusse der Aufstellung den nun leicht und ohne Fehler anzulegenden Kreisbogen zu bestimmen.

Die Zeichnungen in den Figg. I bis XII sind für die Lithographie sämmtlich nach dem Winkel der Gelenklinien zusammengestellt worden, und der Leser wird sich durch Nachmessen der vorderen Krümmung leicht überzeugen können, dass die Construction eine ganz ebenso exacte ist, als hätte man die Zeichnungen in umgekehrter Weise construirt.

Kleine Unregelmässigkeiten sind natürlich immer vorhanden, indem die gewulsteten Ränder der Wirbelkörper bald mehr bald weniger vorspringen. Gerade deshalb aber wird man weit weniger Fehlern ausgesetzt sein, wenn man die leicht zu bestimmenden Gelenkmittelpunkte als Grundlage zum Aufbau der Gesammt-Lendenwirbelsäule benützt. Zugleich dient dieses Resultat wieder zur Probe auf die Genauigkeit der angewandten Zeichenmethode.

Die grosse Regelmässigkeit, welche sich in dem Aufbau des besprochenen Wirbelsäulenabschnittes zeigt, könnte es befremdlich erscheinen lassen, dass in der Configuration der einzelnen Wirbel, besonders des zweiten Lendenwirbels mancherlei Unregelmässigkeiten vorkommen. Allein es erfolgt in allen Verhältnissen eine so genaue Compensation, dass eben doch das Schlussresultat ein constantes wird. Neben den oben schon angeführten sich compensirenden Verhältnissen müssen noch die Gesammtlänge der Gelenklinie und der Hoch- oder Tiefstand des Körpers gegenüber dem Bogen als Momente angesehen werden, welche die Ausgleichung hervorbringen helfen.

Um davon ein anschauliches Bild zu erhalten, ist es nur nöthig, die Pausen ähnlicher Wirbelsäulen aufeinander zu legen. Vergleicht man z. B. Nr. 24 und Nr. 187, dann sieht man, dass die Gelenkmittelpunkte vom II., III. und IV. Wirbel fast ganz zusammenfallen, während die Körper von Nr. 24 gegen die andere Wirbelsäule wie von oben heruntergedrückt erscheinen. Vergleicht man Nr. 22 und Nr. 26 dann findet man, dass die vorderen Flächen der Wirbelkörper geradezu identisch sind. Da jedoch die Höhe der Gelenklinien in Nr. 26 erheblich kleiner ist, als in Nr. 22, so muss der zweite Wirbelkörper der ersteren Reihe nach hinten bedeutend abfallen, um die Verbindung mit seinem Bogen zu erreichen. Auch das abnorme Verhalten der Gelenklinien bei Nr. 27, welches oben erwähnt wurde, wird dadurch compensirt, dass der Körper des dritten und vierten Wirbels stark herabsinkt. Eine weiter fortgesetzte Vergleichung gibt immer wieder von Neuem das Bestreben der Einzelglieder kund, sich zu Gunsten der Gesammtstellung zu modificiren und anzupassen.

Das Resultat der vorstehenden Darstellung ist ein von den Ergebnissen Horner's und Meyer's abweichendes, indem dieselben den zweiten Lendenwirbel noch zu dem Wirbelsäulenabschnitt rechnen, welcher nach ihrer Untersuchung mit dem neunten Brustwirbel beginnt. Sie construiren dagegen einen Kreisbogen für den III., IV. und V. Bauchwirbel, welcher aber nach meiner Methode nicht zu erhalten ist. Man muss den mittleren Abschnitt der Bauchwirbelsäule als einen in sich sehr gut abgeschlossenen ansehen und findet auch bei einer Vergleichung

der Arbeit von E. H. Weber,[1] dass er sich am wenigsten an der Vor- und Rückwärtsbeugung der Wirbelsäule betheiligt; es ist vielmehr die Stelle zwischen Lenden- und Brustwirbeln einerseits und zwischen Lendenwirbeln und Kreuzbein andererseits, wo die Bewegung am ausgiebigsten stattfindet. Es beruht wohl auf einem Irrthum Horner's, der durch seine Methode, halbirte Wirbelsäulen auf einem Brett fixirt hin und her zu bewegen, seine Erklärung findet, wenn er die drei unteren Lendenwirbel „als die eigentlichen Träger der Bewegung, als das gegliederte Gelenk zwischen zwei annähernd steifen Hebelarmen" auffasst. E. H. Weber hatte bei keinem seiner Versuche zwischen dem dritten und vierten Lendenwirbel eine starke Bewegung wahrgenommen und verzeichnet für die Verbindung zwischen II und III nur einmal eine solche.

Im Gegensatz zu der Constanz in dem mittleren Abschnitt der Lendenwirbelsäule finden sich an deren oberem und unterem Ende sehr variable Verhältnisse, und es ist nicht möglich, sie ausnahmslos in das System, welches bei II, III und IV in Anwendung gebracht wurde, einzuordnen. Was zuerst den obersten Lendenwirbel betrifft, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass die Angaben über seine Haltung von Horner und Meyer richtig sind, und dass seine Vorderfläche mit der des zweiten Bauchwirbels durch eine gerade Linie verbunden wird. Stellt man die Zeichnung nach dieser Erfahrung auf, dann findet man, dass dies nicht allein dem vergleichenden Blick als die ungezwungenste Haltung erscheint, sondern dass auch die einander zugekehrten Körperflächen des ersten und zweiten Wirbels entweder ziemlich parallel stehen oder nach vorne schwach divergiren, was Alles auf die Richtigkeit der Aufstellung hindeutet. Ein weiterer schwerwiegender Grund, die gewählte Aufstellung für richtig zu halten, ist noch der, dass bei ihrer Anwendung die beiden Gelenkpunkte des ersten Wirbels von der Hälfte der gemessenen Wirbelsäulen (Nr. 189, 185, 26, 173, 25, 27) mit dem oberen Schenkel des Winkels von 166° zusammenfallen, an welchem ja auch der zweite Wirbel liegt.

Für den fünften Lendenwirbel lässt sich die Stellung ohne Hinzunahme des Kreuzbeines und der übrigen Theile der Wirbelsäule gar nicht entscheiden, und ich muss deshalb für diesmal darauf verzichten, seine Stellung zu fixiren. Er wurde in den Zeichnungen so eingefügt, dass seine Vorderfläche, so gut es eben nach dem Augenmaass gehen kann, mit derjenigen des vierten Wirbels harmonirte. Ich betone nochmals, dass diese Stellung nur eine provisorische ist, und dass sich volle Sicherheit über diesen Wirbel, ebenso wie über den ersten Lendenwirbel

[1] *Meckel's Archiv.* 1827. S. 240.

erst ergeben kann, wenn eine Construction der ganzen Wirbelsäule vorliegt.

Für jetzt ist nur zu sagen, dass der fünfte Lendenwirbel derjenige ist, welcher sich in allen seinen Theilen den grössten individuellen Schwankungen unterworfen zeigt. Diese Thatsache ist um deswillen bedeutsam, weil sie darauf hinweist, dass in ihm die Vermittelung, vielleicht sogar der Grund zur individuell verschiedenen Stellung von Becken und Wirbelsäule gegen einander zu suchen ist, und es wird eine eben so lohnende wie interessante Aufgabe sein, seine Function beim Aufbau der Gesammtwirbelsäule zu untersuchen.

Es entsteht nun noch die Frage, welcher der bisher als Normalstellung beschriebenen Krümmungen der Wirbelsäule die gefundene Curve entspricht. Ein Vergleich der Abbildungen ergibt, dass meine Construction mit der von Horner-Meyer geradezu identisch ist. Bringt man die von den beiden Forschern angegebenen Schemata auf natürliche Grösse,[1] so sieht man eine fast vollständige Uebereinstimmung mit denjenigen unter meinen Figuren, welche eine ähnliche Grösse haben (Nr. 189, 24, 185, 187, 26, 173, 174). Selbstverständlich aber stimmt der Bogen, welcher nach den genannten Autoren den III., IV. und V. Wirbel einschliessen soll, nicht vollkommen, weil eben ein solcher nicht existirt. Doch ist immerhin die grosse Aehnlichkeit der Resultate der beiden in so verschiedener Weise und von so verschiedenen Gesichtspunkten aus angestellten Untersuchungen eine Garantie für die Richtigkeit beider.

Aus dem Vorstehenden geht mit Sicherheit hervor, dass für die Bauchwirbelsäule die Angabe von E. H. Weber und nach ihm seiner beiden Brüder nicht richtig ist, wonach es fast ausschliesslich die Bandscheiben sind, welche die Krümmungen der Wirbelsäule bedingen. Es musste deshalb interessant sein, auf Grund der neu gewonnenen Gesichtspunkte auch kindliche Wirbelsäulen in den Bereich der Untersuchung zu ziehen. Bei Embryonen und bei Neugeborenen existiren ja, wie man weiss, die Krümmungen kaum, es sind nur die des Halses und des Rückens angelegt, wie dies aus den Untersuchungen von Horner, Bouland und Ravenel erhellt; und es konnte keiner Frage unterliegen, dass eine allmählige Umänderung der ganzen Gestalt der Bauchwirbel eintreten muss, um diesen Wirbelsäulen-Abschnitt aus der gestreckten Lage in die regelmässig gekrümmte überzuführen.

---

[1] Die Horner'sche Figur lc. Taf. XX, Fig. 4, wurde nach Anweisung des Autors fünfmal vergrössert; die Meyer'sche Figur (ebendaselbst Taf. XXI, Fig. 9) wurde auf die Grösse des Weber'schen Abdruckes gebracht.

Ich habe vergeblich in allen wesentlichen Publikationen seit Albin nach Bemerkungen hierüber gesucht. Auch die neueste Arbeit über diese Gegenstände von Henke[1] enthält keine bezüglichen Angaben. Es ist freilich schwierig, die Wirbel Neugeborener vollkommen frei zu präpariren, da hier Bindegewebe, Knorpel und Knochen oft so unmerklich in einander fliessen, dass es ohne Mikroskop schwer ist, zu sagen, wo der Wirbel aufhört und das umgebende Gewebe anfängt. Störend aber kann diese Unsicherheit doch nur bei dem Abnehmen der Bandscheiben von den Körpern wirken, bei welch' letzteren aber glücklicherweise der schon fertig gebildete Knochen gerade sehr deutlich zu Tage tritt.

Beim Neugeborenen wird man sich nun in der That umsonst bemühen, einen Unterschied in den einzelnen Wirbeln nachzuweisen. Es ist ganz unmöglich, von einem einzelnen freipräparirten Bauchwirbel zu sagen, ob er einer der oberen oder einer der unteren ist.

Untersucht man den Winkel, welchen Körperaxe und Gelenklinie mit einander bilden, so gut es an den kleinen Gebilden gehen will, so findet man, dass er mit geringen Schwankungen 90° beträgt. Auch die Länge der Gelenklinie ist in allen Wirbeln fast dieselbe, sie nimmt nach unten kaum merklich ab, was Alles man auch an den schönen Albinschen Tafeln beobachten und nachmessen kann. Der Unterschied der Bauchwirbel von den Brustwirbeln ist überhaupt äusserst gering und besteht hauptsächlich darin, dass der Bogen der letzteren höher ist, wodurch schon an der Rückansicht der Wirbelsäule des dreimonatlichen Fötus am Brusttheil die dachziegelförmige Deckung angedeutet ist, während davon bei den Bauchwirbelbogen natürlich nichts bemerkt wird. Diejenigen Theile aber, auf welche es bei der Bewegung und bei der Herstellung der Normalkrümmung ausschliesslich ankommt, die Körper mit ihren Bandscheiben und die Gelenke, lassen nennenswerthe Unterschiede zwischen Brust- und Bauchwirbeln nicht erkennen.

Es bezieht sich dies auch auf die Stellung der Gelenkflächen, welche bei beiden ganz in der gleichen Weise erscheint. Man findet also keineswegs, dass die oberen Gelenkflächen einander zugekehrt sind und dass die unteren des höheren Wirbels zwischen den oberen des tieferen Wirbels stecken, sondern es ist eine schief aufwärts resp. abwärts stehende Richtung vorhanden. Diese Thatsache ist, soweit ich die Literatur überblicke, noch nicht hervorgehoben worden, wenn nicht vielleicht Langer[2] dieselbe bei seiner Angabe im Auge hat: „dass diese Gelenkflächen auch nach Form und Stellung noch nicht

---

[1] Gerhardt. *Handbuch der Kinderkrankheiten.* Artikel: Anatomie.

[2] Wachsthum des menschl. Skeletts. *Wiener Denkschr.* Bd. 31. 1872.

definitiv ausgebildet sind, ist eine bekannte Thatsache." Wenigstens konnte ich bis jetzt an anderen kindlichen Wirbelgelenken ein so erhebliches Abweichen von der Stellung des Erwachsenen nicht entdecken.

Der Form nach sind die Gelenkflächen der Bauchwirbel des Neugeborenen von denen der Rückenwirbel verschieden; während sie bei letzteren mehr kreisförmig gestaltet sind, haben sie bei ersteren eine Birnform, wie man dies am besten aus der Abbildung Fig. XVI erkennt. Dies Alles ist sehr constant und auch eine grössere Untersuchungsreihe hat mir irgend erwähnenswerthe Abweichungen von dem Beschriebenen nicht ergeben. Bei Erwachsenen dagegen ist die Gestalt der Gelenkflächen sehr wechselnd, doch findet man wenigstens ihre Stellung insofern constant, als eine solche, der Mittellinie einigermaassen parallel, wie man sie in jedem Handbuch geschildert findet, nur in den oberen Gelenken beobachtet wird. In den unteren Gelenken aber tritt eine allmählige Aenderung in der Stellung ein, und die des letzten Bauchwirbels zeigen bekanntlich wieder fast dieselbe Richtung, wie die Articulationsflächen der Rückenwirbel (vergl. Figg. XVII und XVIII). Es ergiebt jede vergleichende Betrachtung, dass gerade der fünfte Lendenwirbel noch fast ganz die Gestalt eines kindlichen Bauchwirbels conservirt hat, während sich die anderen, je höher man hinaufgeht, um so mehr von dieser Form entfernt haben.

Aus diesen Gelenkverhältnissen scheint es sich auch zu erklären, warum in der Bauchwirbelsäule des Erwachsenen vorwiegend der obere und untere Abschnitt zur Vor- und Rückwärtsbeugung geeignet ist. Dieselbe ist theoretisch nur möglich in Gelenken, deren Articulationsflächen zur Mittellinie entweder parallel und vertical oder im rechten Winkel und schief aufwärtssehend stehen, ein Verhalten, welches man in der That annähernd in den genannten Theilen der Bauchwirbelsäule findet. Die ungünstigste Stellung muss jedenfalls die um 45° gegen die Mittellinie gedrehte und verticale sein, und diese ist gerade in den mittleren Lendenwirbelgelenken vorhanden. Vom Neugeborenen sagt Henke:[1] „Es ist mit seinen niedrigen Knochenkernen der Wirbelkörper und desto dickeren Syndesmosen, denen sich der noch relativ sehr grosse knorpelige Theil des Wirbelkörpers einfach als Fortsetzung anschliesst, so biegsam, dass man von einer bestimmten Biegung, die es von selbst einhält, nicht reden kann, und in der That sehen wir demgemäss die kleinen Kinder ihren Rücken nicht nur nach vorne, sondern auch nach hinten mit Leichtigkeit so biegen, dass es beinahe nur dabei zu bleiben

[1] *Handb. d. Kinderkrankheiten.* S. 243.

braucht, um, wie wir es im Circus an unglücklichen grösseren Kindern als curiose Monstrosität anstaunen, den Kopf nicht nur vorn, sondern auch hinten herum zwischen den Beinen durchstecken zu können."

Ich glaube, dass er damit nicht völlig die Thatsachen erschöpft, sondern dass diese grosse Beweglichkeit der Wirbelsäule zum grossen Theil auch auf Rechnung der Gelenkstellung zu setzen ist. Wenigstens ist nicht anzunehmen, dass Cautschukmänner sich abnorm hohe Bandscheiben bewahren. Was sollte der Grund dazu sein? Dagegen ist mit grösster Wahrscheinlichkeit zu glauben, dass solche Menschen durch die tägliche Uebung ihre Wirbelgelenke davor schützen, eine der Beugung ungünstige Lage anzunehmen, wodurch sie im Stande sind, Bewegungen, welche andere Menschen nur in bestimmten Bauchwirbelgelenken ausführen, auf alle zu vertheilen, um damit eine grössere Excursion zu erzielen. Wenigstens kann man an kyphotischen Wirbelsäulen mit grosser Klarheit sehen, dass sich die Gelenkflächen nach kurzer Zeit schon den veränderten Gesammtverhältnissen anpassen, ohne selbst irgend welche krankhafte Veränderungen zu zeigen. Selbst an ganz gesunden Wirbelsäulen findet man bei aller Uebereinstimmung doch in den einzelnen Individuen ihre Stellung nie ganz identisch; es ist demnach wahrscheinlich, dass bei ihnen besonders rege die modellirenden Processe der Apposition und Resorption von Knochensubstanz vor sich gehen.

Einer wichtigen Altersveränderung der Bauchwirbel muss zuletzt noch gedacht werden, welche ebenfalls bis jetzt nicht beachtet ist, nämlich der Veränderung des Hochstandes des ganzen Körpers gegenüber dem gesammten Bogen. Betrachtet man einen Bauchwirbel des Erwachsenen im Gegensatz zum Neugeborenen, so sieht der erstere aus, als hätte man bei Fixirung des Bogens den Körper gefasst und heruntergedrückt. Die gegenseitigen Winkelverhältnisse werden durch diesen Vorgang weiter nicht berührt.

Höchst interessant muss es nun sein, die Entwicklungsphasen vom Zustand der Bauchwirbelsäule des Neugeborenen bis zu dem des Erwachsenen genau zu verfolgen; leider konnte ich nicht daran denken, eine solche Untersuchung zu unternehmen, da es in Rostock ganz unmöglich sein würde, genügendes Material zu erhalten. Zum Glück aber bekam ich durch die Güte meines Collegen A. Thierfelder ausser einer solchen vom Neugeborenen auch die Wirbelsäule eines siebenmonatlichen Kindes, an welcher wenigstens die Anfänge der Veränderungen studirt werden konnten.

Man sieht, dass in diesem Alter, wo das Kind schon sitzt und also seine Wirbelsäule aufrecht trägt, die Krümmung bereits in der Entstehung begriffen ist und man kann auch leicht die Ursache davon

nachweisen. Die Curve wird lediglich durch das ungleiche Wachsthum der Bogen und Körper bedingt. Während nämlich die letzteren nebst ihren Bandscheiben nach allen Seiten eine erhebliche Vergrösserung erfahren, und besonders in den für die vorliegende Untersuchung wesentlichen Dimensionen, in der Höhe und im Sagittaldurchmesser, beträchtlich zunehmen, hält damit das Wachsthum der Bogen nicht gleichen Schritt, sondern bleibt mehr und mehr zurück. Diese Beobachtung wird auch von Langer in seiner vortrefflichen Arbeit über das Wachsthum des Skeletts durch die Angabe bestätigt, dass von der Geburt bis zum dritten Lebensjahr das Wachsthum der Wirbelkörper ein sehr grosses ist, und dass sich unter ihnen wieder besonders die der Lendenwirbel auszeichnen. Es versteht sich nun von selbst, dass die zu gross gewordenen Körper, welche hinten durch die Gelenke und Bogen fest zusammengehalten werden, nach vorne, wo sie nicht beengt sind, sich auszubreiten suchen, und, gleichsam hervorquellend, einen Bogen bilden, welcher im Anfang gering, natürlich immer grösser werden muss, je ungleicher sich im Laufe der Entwicklung das Verhältniss des Bogentheiles und des Körpertheiles der Bauchwirbelsäule gestaltet. Alle diese Dinge sieht man am besten, wenn man die Profilzeichnungen der Wirbelsäule des Neugeborenen und die des sieben Monate alten Kindes auf die gleiche Grösse reducirt nnd die Pausen aufeinander legt.

Würde sich nun bei diesen Wachsthumsvorgängen Alles in ganz regelmässiger Weise abwickeln, dann müsste der dritte Wirbel ganz stabil bleiben, während bei den oberen der Gelenklinien-Körperaxenwinkel kleiner, bei den unteren grösser als 90° werden müsste. Vielleicht ist dies auch öfters wirklich der Fall. In meinem Präparat vom siebenmonatlichen Kinde aber sieht man, dass der erwähnte Winkel in den drei oberen Wirbeln siemlich gleich und zwar weniger als 90° ist, während im vierten Wirbel eine Abwärtsknickung des Körpers gegen den Bogen constatirt werden kann, welche sich auch natürlich dem letzten Bauchwirbel mittheilt. Diese Thatsache erklärt sich sehr leicht aus den Druckverhältnissen der Wirbelsäule. Es versteht sich, dass auf den Körpern der untersten Bauchwirbel der höchste Druck des aufrechtgetragenen Körpers lastet und dass sie also zuerst von demselben afficirt werden müssen. Der Winkel zwischen Körperaxe und Gelenklinie ist bei denselben zweifellos mehr als 90°, doch ist es unmöglich, ihn ganz genau anzugeben, da eben wegen der Schwierigkeit, den Körper ganz rein zu präpariren, die Bestimmung seiner Axe nicht auf absolute Genauigkeit Anspruch machen darf. Bei einem solchen Verhalten muss sich aber im späteren Verlauf des Wachsthums noch eine Aenderung im entgegengesetzten Sinne vollziehen, da ja beim Erwachsenen am

vierten Wirbel stets ein Körperaxen-Gelenklinienwinkel von 90° gefunden wird. Leider ist es mir aus den oben genannten Gründen nicht möglich, darüber irgend welchen Aufschluss zu ertheilen.

Aus den mehrfach citirten gründlichen Angaben Langer's, welcher ein grösseres Material kindlicher Wirbelsäulen untersucht hat, ist nur die Thatsache hierher gehörig, dass das Breitenwachsthum der Gebilde um den Wirbelcanal vom sechsten Jahre an gleich Null ist. Die Gelenkflächen der Hals- und Brustwirbel vergrössern sich nur durch Apposition an den lateralen Seiten. Die medialen Ränder der beiden jedesmal zusammengehörigen sind beim Manne noch ebenso weit von einander entfernt, wie beim 6jährigen Kind. Ueber die Gelenkflächen der Lendenwirbel ist nichts weiter gesagt. Sie rücken auch hier, wie ich nach Untersuchung der Wirbelsäule eines 8jährigen Knaben sagen kann, nicht mehr auseinander; doch zeigt sich die beachtenswerthe und noch näher zu untersuchende Thatsache, dass sich die Stellung noch ändert. Beim Achtjährigen hält dieselbe z. B. am dritten Bauchwirbel etwa die Mitte zwischen Neugeborenem und Erwachsenem, muss also bis zu ihrer endgültigen Entwicklung noch eine Drehung um etwa 30 Grad durchmachen.

Mit der Annahme, dass durch immer stärkere Ausbildung der Processus mamillares und ein dadurch bewirktes Herumwachsen der oberen Gelenkflächen um die zugehörigen unteren die Richtung der Gelenkflächen geändert wird,[1] reicht man nicht aus; es müssen jedenfalls noch Resorptions- und Appositionsverhältnisse mitwirken, deren Verlauf sich nur an einer zusammenhängenden Untersuchungsreihe überblicken lässt. Wenn auch die Langer'sche Angabe sehr gut mit der meinigen übereinstimmt, so ist es doch sehr schade, dass der zuverlässige Forscher nicht auch die Höhendimension der Bogen in den Bereich seiner Untersuchungen gezogen hat. Denn es ist ja offenbar, dass sie in ihrem Wachsthum nicht still steht, wohl aber wird wahrscheinlich ihre Zunahme ebenso, wie in der Periode von der Geburt bis zum siebenten Lebensmonat, eine im Gegensatz zu den Verhältnissen des Körpers verlangsamte sein.

Die erwähnte Wirbelsäule eines 8jährigen Knaben, welche mir noch zu Gebote stand, kann ich kaum herbeiziehen, da sie macerirt war und demnach einen nicht unbeträchtlichen Theil ihrer Contouren verändert und eingebüsst hatte. Doch liess sich eine leidliche Profilzeichnung anfertigen. An derselben zeigte sich die vordere Krümmung schon wie beim Erwachsenen als ein Bogen von 250°. Diese Thatsache deutet

[1] Vergl. Henke: *Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke.* 1863. S. 65.

darauf hin, dass bereits von diesem Alter, vielleicht noch von einem früheren an, die Vergrösserung des Wirbelkörpers in dem verticalen und sagittalen Durchmesser einerseits und die Höhenzunahme der Gelenkfortsätze anderseits sich gegenseitig das Gleichgewicht halten, so dass also mit jedem Jahr wohl die inneren Verhältnisse der einzelnen Bauchwirbel wechseln, während die gesammte Bauchwirbelsäule entsprechend den Gleichgewichtsverhältnissen des Gesammtkörpers ihre Normalkrümmung bewahrt.

Wenn sich dies wirklich so verhält, dann ist es leicht möglich, dass sich bei verschiedenen Rassen und Volksstämmen eine verschiedene Normalkrümmnng entwickelt, je nachdem in der Jugend die noch einer Modellirung fähige Wirbelsäule angehalten wird, sich stramm aufzurichten oder nach vorne übergesunken getragen wird. Berichten uns ja doch die Reisenden z. B. von der auffallenden lordotischen Haltung mancher afrikanischer Stämme. Es würde leicht sein an Skeletten mittelst der geometrischen Zeichenmethode darüber Klarheit zu erhalten.

Erklärung der Tafeln.

Die Figuren I bis XV sind mittelst der geometrischen Zeichenmethode hergestellte Zeichnungen ebenso vieler Bauchwirbelsäulen. Die arabischen Ziffern sind die Sammlungsnummern der betreffenden Präparate. I bis XII gehören erwachsenen Personen an, doch hatten die Figuren 173 (VIII) und 27 (XI) noch Epiphysen.

Das Geschlecht wurde, soweit es bekannt war, beigesetzt.

Fig. XIII. Bauchwirbelsäule des Neugeborenen.

Fig. XIV. Bauchwirbelsäule eines sieben Monate alten Knaben.

Fig. XV. Bauchwirbelsäule eines 8jährigen Knaben. (Der punktirt angegebene erste Kreuzwirbel war frei und wie ein Kreuzwirbel gestaltet.)

Fig. XVI. Der dritte Bauchwirbel eines Neugeborenen von hinten gesehen. Etwas vergrössert.

Fig. XVII. Ansichten der oberen Gelenkflächen der Lendenwirbel von Nr. 184 von oben gesehen; geometrische Zeichnung.

Fig. XVIII. Ansichten der oberen Gelenkflächen der Lendenwirbel und der Gelenkfläche des Kreuzbeines von Nr. 189.

Tabelle A.

Höhe der einzelnen Wirbelkörper an den vorderen Ecken. Zahlen in Millimetern.	Wirbel.	Sammlungsnummern.											
		184	189	22	24	185	187	26	173	174	25	27	191
	I	24·0	24·0	22·0	23·5	26·0	25·5	28·5	25·5	21·0	24·5	18·9	22·8
	II	25·5	25·0	25·6	24·6	26·6	28·0	24·5	26·5	22·5	24·0	18·7	24·4
	III	26·9	27·0	25·5	26·0	27·2	27·0	27·3	27·7	22·0	22·8	19·3	25·5
	IV	28·5	26·0	28·0	25·0	29·5	27·0	27·3	27·7	23·0	21·8	22·8	22·6
	V	31·5	28·2	30·8	26·5	27·8	28·0	29·5	24·6	24·5	25·2	22·8	26·5
Mittlere Höhe:		27·3	26·0	26·4	25·1	27·4	27·1	26·4	26·4	22·6	23·6	20·5	24·4

Gesammtmittel = 25·7.

Bei der Berechnung des Gesammtmittels wurde Nr. 27 ausgeschlossen, weil diese Wirbelsäule ohne Epiphysen macerirt war, deshalb also die eigentliche Höhe der Wirbelkörper nicht zu bestimmen erlaubte.

Tabelle B.

Sagittalaxe der Wirbelkörper; von einer Linie, welche die vordersten Körperpunkte verbindet, bis zur „Gelenklinie". „Körperaxe".	Wirbel.	Sammlungsnummern.											
		184	189	22	24	185	187	26	173	174	25	27	191
	I	55·0	49·5	53·0	44·1	52·0	53·0	52·5	50·3	45·5	48·5	47·5	46·0
	II	54·5	50·0	54·5	46·5	52·0	53·0	53·4	50·6	46·5	50·5	48·2	45·0
	III	52·0	52·0	54·6	45·8	51·5	52·0	54·5	50·5	46·0	47·5	47·0	46·5
	IV	50·0	50·0	52·0	46·0	48·5	51·5	53·5	48·5	44·0	46·5	46·2	46·0
	V	47·5	47·0	50·0	45·4	44·5	48·0	51·5	44·0	40·0	44·5	45·5	44·5
Mittlere Länge:		51·8	49·4	52·8	45·5	49·7	51·5	53·1	48·8	44·4	45·4	46·9	45·6
Mittel aus Wirbel II. III. IV.		52·1	50·7	53·7	46·1	50·7	52·2	53·8	49·9	45·5	48·0	47·1	45·8

Tabelle C.

Entfernungen der Mittelpunkte beider Gelenkflächen Eines Wirbels von einander. „Gelenklinie“.

Wirbel.	Sammlungsnummern.											
	184	189	22	24	185	187	26	173	174	25	27	191
I	34·5	33·5	34·0	35·5	37·0	34·0	33·0	31·5	32·0	31·5	26·5	27·0
II	35·5	33·5	34·0	32·0	33·0	33·0	30·5	35·7	32·2	30·6	29·2	29·5
III	34·0	32·7	33·0	32·0	30·7	33·5	29·8	29·3	30·5	29·0	25·7	28·0
IV	31·0	31·5	29·0	29·0	26·6	28·0	27·7	27·6	27·0	24·0	26·2	24·5
V	23·0	24·5	25·0	26·5	24·0	20·0	26·2	23·0	21·5	17·5	25·0	21·5
Gesammtsumme:	157·0	155·7	155·0	155·0	151·3	148·5	147·2	147·1	144·2	132·6	132·6	130·5
Summe der Wirbel II. III. IV.	100·5	97·7	96·0	93·0	90·3	94·5	88·0	92·6	89·7	83·6	81·3	82·5
Mittel:	31·4	31·1	31·0	31·0	30·3	29·7	29·4	29·4	28·8	26·5	26·5	26·1

Tabelle D.

Winkel, welchen die Wirbelbogenaxe mit der Körperaxe bildet.

Wirbel.	Sammlungsnummern.											
	184	189	22	24	185	187	26	173	174	25	27	191
I	157·0	153·0	154·0	155·0		151·5					148·5	158·0
II	161·5	151·5	156·0	158·5		158·0					155·5	155·0
III	165·5	144·5	153·0	159·0		156·5					153·5	160·4
IV	164·6	145·0	155·5	154·6		160·0					150·0	157·0
V	160·5	147·5	145·0	157·5		163·0					149·0	154·5

Tabelle E.

Winkel, welchen die Wirbelbogenaxe mit der Gelenklinie bildet. (Hinterer, unterer Winkel.)

Wirbel.	Sammlungsnummern.											
	184	189	22	24	185	187	26	173	174	25	27	191
I	116·0	121·0	123·0	118·0		114·0					122·5	117·0
II	105·0	120·0	115·5	112·5		115·0					117·5	118·0
III	105·0	125·6	117·6	111·3		114·0					119·0	112·5
IV	105·5	125·5	115·0	114·0		110·5					122·0	118·5
V	106·5	125·0	121·0	111·0		118·5					124·5	119·5

Tabelle F.

Winkel, welchen die Körperaxe und die Gelenklinie mit einander bilden. „Körper-Gelenkwinkel“.	Wirbel.	Sammlungsnummern.											
		184	189	22	24	185	187	26	173	174	25	27	191
	I	87·5	86·0	83·5	88·0	86·5	91·5	84·0	86·0	83·0	83·6	89·0	85·5
	II	88·5	89·0	89·5	89·5	87·6	87·5	83·5	91·0	88·0	85·5	87·0	86·5
	III	90·0	90·0	90·0	90·0	90·0	90·0	90·0	90·0	90·0	90·0	90·0	87·2
	IV	90·0	90·0	90·0	90·0	90·0	90·0	90·0	90·0	90·0	90·0	90·0	86·0
	V	93·0	89·0	95·0	92·5	88·0	91·5	86·0	92·5	88·0	91·0	88·0	86·0

Mittel der I. Wirbel = 86·1. Mittel der II. Wirbel = 87·8.
Mittel der V. Wirbel = 90·0.

Ueber das Vorhandensein von wirklichen Porencanälchen in der Zona pellucida des Säugethiereies

und über die von Zeit zu Zeit stattfindende Einwanderung der Granulosazellen in das Ei.

Von

Dr. Hj. Lindgren,

Docenten der Anatomie an der Universität zu Lund.[1]

(Hierzu Taf. XVI.)

Seitdem die zuerst von Steno und van Horne ausgesprochene, dann durch die meisterhaften Untersuchungen de Graaf's zu einer wissenschaftlich berechtigten Ansicht erhobene Vermuthung, dass der Mensch und das Säugethier, ebensowohl wie die eierlegenden Thiere, ihren Ursprung von im Ovarium präformirten Eiern nehmen, nach anderthalb Jahrhunderten von unserem jüngst verschiedenen berühmten Zeitgenossen K. E. v. Baer als volle Wahrheit erwiesen worden ist, ist das Säugethierei sowohl für Anatomen als Physiologen ein Gegenstand besonderen Interesses gewesen. Und in der That, welcher Gegenstand kann eines solchen Interesses würdiger sein? Bei all' seiner Kleinheit und anscheinenden Einfachheit enthält es die Anlage zu den herrlichsten Erscheinungen der Natur. Nach der Einwirkung des männlichen Samens erleidet es eine Verwandlung um die andere, bis endlich daraus ein neues Individuum hervorgeht, ebenso ausgestattet wie der Mutterorganismus, von dem es vor Kurzem noch ein so verschwindendes Theilchen

---

[1] Dieser Aufsatz ist ein vom Verfasser eingesandter Auszug aus einer unter dem Titel *Studier öfver däggdjursägget* im letztvergangenen Jahre in Lund herausgegebenen akademischen Abhandlung. Er ist auch abgedruckt in *Nordiskt med. Arkiv*, Bd. IX. Die Arbeit wurde im Sommer 1873 an der anatomischen Anstalt zu Leipzig begonnen, und der Unterzeichnete hat Gelegenheit gehabt, die entscheidenden Beobachtungen von Hrn. Lindgren zu bestätigen. His.

ausmachte. Die Ursache dieser Verwandlungen ist zwar noch unerklärt und wird wohl noch lange dunkel bleiben, so viel ist indessen gewiss, dass jeder vorhergehende Zustand den darauffolgenden bedingt, und dass jede Veränderung, die zu Stande kommt, für das Endergebniss um so eingreifender und maassgebender ist, je früher sie eintritt. Hieraus folgt natürlich auch, dass die Kenntniss einer gewissen Entwicklungsstufe von der der vorhergehenden wesentlich abhängt, und dass eine falsche Auffassung oder eine Lücke in der Beobachtung um so verhängnissvoller wird, je früher die betreffende Periode ist, wie auch eine richtige Beobachtung in demselben Maasse wichtige Consequenzen nach sich ziehen muss. Da somit die ganze Organisation des neuen Individuums hauptsächlich, wenn auch nicht ausschliesslich, auf der des Eies beruht, so muss eine möglichst genaue und vollständige Kenntniss des Eies selbst etwas sehr wichtiges und wünschenswerthes sein. Anderseits deutet die Organisation des Eies auf den Process hin, wodurch es gebildet und ernährt wird und sucht darin ihre nächste Erklärung. Von diesen beiden Gesichtspunkten aus erfordert deshalb jedes Detail des Eibaues eine aufmerksame Beobachtung, da es möglicherweise eine im Voraus nicht zu ahnende Bedeutung haben kann.

Unsere Kenntniss des Säugethiereies, wie es fertig gebildet im Ovarium vorkommt, verdanken wir, wie ich in meinen „*Studier öfver däggdjursägget, Lund 1876*“ darzulegen die Gelegenheit hatte, v. Baer, Coste, Bernhardt, Valentin, Wharton, Jones, Rud. Wagner, Barry und Bischoff. Dass diese Kenntniss in den letzten Jahrzehnten um keine wesentliche Thatsache bereichert worden ist, zeugt zugleich vortheilhaft für die Beobachtungsgabe Bischoff's und seiner Vorgänger, wie es auch die von Allen anerkannten Schwierigkeiten bestätigt, welche mit Untersuchungen dieser Art verbunden sind. Der einzige Zusatz, welchen auch die neuesten Handbücher der Beschreibung Bischoff's von dem Bau des Säugethiereies hinzuzufügen haben, ist die mehr oder weniger unbestimmte und vage Behauptung, dass die Zona pellucida bei starker Vergrösserung mitunter eine feine Streifung zeige, die wahrscheinlich, analog einem bekannten Structurverhältnisse der Eikapsel in den Eiern der Knochenfische, von Porenkanälchen herrühre, und demgemäss hat man auch das Vorhandensein einer Mikropyle in dem Säugethiereie vermuthet.

Da ich im vorliegenden Aufsatz die Beschaffenheit und die Bedeutung jener Streifung der Zona pellucida zu erforschen beabsichtige, so dürfte es nothwendig sein, vorerst nachzusehen, was die Literatur in Bezug auf die Hülle des Säugethiereies sowohl, als auf die Eihüllen im Allgemeinen in dieser Hinsicht enthält.

Die erste Angabe einer Oeffnung in der Zona pellucida, die mir begegnet ist, rührt von Barry[1] her. Er nimmt an, dass sie mit einigen anderen Veränderungen beim Reifen des Eies in Verbindung stehe und als eine Einleitung zur Befruchtung durch eine Verdünnung der Zona an einem gewissen Punkte entstanden sei; er glaubte sogar in einer derartigen Oeffnung an einem noch im Ovarium befindlichen Ei einen Gegenstand gefunden zu haben, der einem Spermatozoon ähnelte. Das betreffende Ei ist abgezeichnet, die Oeffnung in der Zona hat aber eher den Anschein eines künstlichen Risses. Obgleich sich diese Angabe offenbar auf eine entschieden unrichtige Beobachtung gründete, so war jedoch Bischoff etwas zu unvorsichtig, als er anlässlich einer neuen Mittheilung von Barry,[2] welcher in den *Phil. Transact. 1843* bestimmt behauptet, Spermatozoen innerhalb der Zona an Tubareiern der Kaninchen gesehen zu haben, den Gedanken, dass die Spermatozoen die Zona durchdringen könnten, als absurd zurückwies. Erst zehn Jahre später sah sich Bischoff veranlasst, seine Ansicht zu ändern, hauptsächlich dazu durch die schönen Untersuchungen Newport's[3] über die Befruchtung der Froscheier bewogen. Es war nämlich Newport gelungen, zu beobachten, wie die Spermatozoen vermittels ihrer eigenen Bewegung in das Ei einzudringen vermochten, und er hatte 30 Minuten, nachdem der Same mit den Eiern in Berührung gekommen war, Spermatozoen in dem durch die Zusammenziehung des Dotters bei der Befruchtung zwischen dem dunklen oder obern Pol des Dotters und der Haut des Eies entstehenden Raum sich bewegen sehen. Diese Beobachtungen bestätigte nun Bischoff[4] nebst Leuckart, worauf Bischoff die Tubareier der Kaninchen in derselben Hinsicht von Neuem untersuchte mit dem Resultat, dass er Barry Recht gab und ihn für den Ersten erklärte, der ein Spermatozoon in einem Ei und speciell im Säugethierei gesehen hätte. Meissner[5] hatte schon vor Bischoff jene Entdeckung Barry's

---

[1] Martin Barry. Researches in Embryologie. Third Ser. *Philos. Transact.* Part. II. 1840.

[2] Barry. Spermatozoa observed within Mammiferous ovum. *Philos. Transact.* Part. I. 1843.

[3] Newport. On the Impregnation of the ovum in the Amphibia. Sec. Serie. *Phil. Transact.* P. II. 1853. Third. Serie. *Phil. Transact.* P. II. 1854.

[4] Bischoff. *Bestätigung des von Dr. Newport bei den Batrachiern und Dr. Barry bei den Kaninchen behaupteten Eindringens der Spermatozoiden in das Ei.* Giessen 1854.

[5] G. Meissner. Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter. *Zeitschr. f. wiss. Zoologie.* Bd. 6. 1855.

Rud. Wagner. Erklärung, das Eindringen der Spermatozoen in das Innere des Säugethiereies betreffend. *Henle u. Pfeufer's Zeitschr. f. rat. Medizin.* Bd. IV. 1854.

festgestellt; er hatte Spermatozoen in Kanincheneiern gesehen, die sowohl aus dem Uterus als der Tuba genommen waren. Aber Newport und Bischoff leugnen beide das Vorhandensein irgend welcher Oeffnungen in der Eihaut und halten dafür, dass die Spermatozoen durch die Substanz derselben eindringen.

Indessen hatte Doyère[1] bereits 1850 in den Eiern eines Kopffüsslers (Loligo media) und eines Fisches (Syngnatus ophidion), an einer Stelle der Membran eine trichterförmige Vertiefung wahrgenommen, von deren Mitte ein Canal sich gegen den Mittelpunkt des Discus proligerus erstreckte, und demzufolge hatte er die Meinung geäussert, dass, wenn eine solche Vorkehrung — Mikropyle — sich künftig als eine allgemeinere im Thierreiche erweise, sie wahrscheinlich etwas mit dem Befruchtungsmechanismus zu schaffen habe. Johannes Müller[2] beschrieb im folgenden Jahre, ohne die Angabe Doyère's zu kennen, einen ähnlichen Canal in den Eiern einiger Stachelhäutler (Holothurien), deren Eihüllen eine bedeutende Dicke haben, und verglich denselben mit der Mikropyle im Pflanzenei. Leuckart sah dieselbe Erscheinung bei einigen Süsswassermuscheln (Unio und Anodonta), und Keber,[3] der bei denselben Thieren die nämliche Bildung beobachtet hatte, nahm nicht Anstand, eine Theorie über den Eintritt der Spermatozoen in das Ei durch eine Mikropyle aufzustellen, welche Lehre auch von den Säugethieren gelten sollte, da er dieselbe Einrichtung auch in Kanincheneiern gewahrt zu haben meint. Diese seine ausgesprochene Ansicht erregte ein gewisses Aufsehen und wurde von Barry unterstützt, aber Bischoff[4] u. A. zeigten bald, dass sie wenigstens in Keber's eigenen Beobachtungen, die äusserst ungenau und verworren waren, jeder Unterlage entbehrte. Die Bildung der Mikropyle bei den Holothurien und Najaden ist nach Leuckart von der Art des Entstehens der Eihaut abhängig. Ursprünglich hängt nämlich der Dotter des Eies in grösserer Ausdehnung mit dem inneren Substanzlager des Ovariums zusammen, beim Zuwachsen aber trennt er sich immer mehr davon, so dass die Verbindung auf ein ganz kleines Gebiet beschränkt wird, wo die Bildung der Eihaut, welche durch die Verdichtung der Grenzschicht des Dotters vor sich geht, nur

---

[1] Doyère. *L'institut; Journal universel des sciences et des sociétés savantes en France et à l'étranger.* 1re sect. 1850. No. 836.

[2] Joh. Müller. Ueber den Canal in den Eiern der Holothurien. *Müller's Archiv.* Jahrg. 1854.

[3] Keber. *Ueber den Eintritt der Samenzellen in das Ei.* Königsberg 1853.

[4] Bischoff. *Wiederlegung des von Dr. Keber bei den Najaden und Dr. Nelson bei den Ascariden behaupteten Eindringens der Spermatozoiden in das Ei.* Mit einem Zusatze von Prof. Rud. Leuckart. Giessen 1854.

unvollständig zu Stande kommt. Es entsteht somit in der Eihaut eine kleine Lücke, und diese Lücke ist die Mikropyle.

In der Eihülle der Holothurien, welche von Leuckart als eine einfache betrachtet wurde, während Johannes Müller[1] meinte, dass sie aus zwei Schichten bestehe, hatte letzterer ausser der Mikropyle auch eine radiäre Streifung wahrgenommen und zugleich eine Menge auf der äusseren Oberfläche zerstreuter Kerne bemerkt. Kurz darauf wurde seine Aufmerksamkeit auf ein fast ähnliches Verhältniss im Ovarialei des Barsches gelenkt, das äusserlich von einer dicken, gallertartigen Eikapsel umgeben ist, innerhalb welcher die Dotterhaut sich befindet. Die gallertartige Eikapsel, die $0 \cdot 1^{mm}$ misst, fand er nämlich von feinen, 2 μ breiten, dicht nebeneinander laufenden, senkrechten Röhrchen oder Porencanälchen durchzogen, welche sowohl auf der inneren als auf der äusseren Fläche der Membran in eine trichterförmige Erweiterung mündeten, wodurch sie derselben ein facettirtes Ansehen verliehen. An erhärteten Eiern sieht man, dass die Röhrchen spiralförmig und hie und da mit äusserst feinen anastomosirenden Queräusläufern versehen sind; beim Druck kommt eine Masse in der Form eines abgerundeten Propfes oder Cylinders zum Vorschein. C. Vogt,[2] welcher vor Müller das chagrinähnliche Aussehen an der Kapsel der Lachseier wahrgenommen und gefunden hatte, dass es von einer Menge dunkler Pünktchen auf der Oberfläche derselben herrühre, vergleicht, einer Weisung Valentin's zufolge, diese Structur mit dem Panzer der Krebse, welcher von Röhrchen durchzogen und übrigens aus polyedrischen Zellen zusammengesetzt ist. Müller wirft nun hinsichtlich der Fischeikapsel die Frage auf, ob jedes Röhrchen aus einer Zelle hervorkomme oder ob es ursprünglich intercellulare Bildungen seien, so dass ihre Wände von den Ueberbleibseln zusammengeschmolzener Zellen herrühren, sowie auch, ob mehrere Schichten Zellen aufeinander gelegen haben? Die Dotterhaut selbst schien Müller von sammetartigem Aussehen zu sein, was daher käme, dass die äussere Oberfläche mit zahlreichen kleinen cylindrischen Zöttchen versehen sei.

In demselben Jahre 1854 meldete Remak,[3] dass die Zona pellucida in Kanincheneiern, welche reifen Follikeln entnommen waren und von dem sie umgebenden Discus proligerus befreit wurden, bei 250fältiger Vergrösserung feine, dicht nebeneinander stehende, gerade radiäre Streifen

---

[1] Joh. Müller. Ueber zahlreiche Porencanäle in der Eikapsel der Fische. *Müller's Archiv.* Jahrg. 1854.

[2] C. Vogt. *Embryologie des Salmones.* Neuchâtel 1842.

[3] R. Remak. Ueber Eihüllen und Spermatozoen. *Müller's Archiv.* Jhrg. 1854.

zeigten, die sich von der einen Oberfläche der Zona bis zur andern erstreckten. In Folge der Empfindlichkeit und Kleinheit des Gegenstandes war es ihm unmöglich, zu bestimmen, ob diese Streifen von Canälchen oder Stäbchen bedingt seien, oder ob sie der optische Ausdruck für die Grenzen zwischen den Cylindern seien. Er hielt es jedoch für wahrscheinlich, dass sie von einem Wechsel der Canälchen und Cylinder herrühren, woraus, wie er gefunden, die Eikapsel bei den Fischen (Gobio fluviatilis) zusammengesetzt sei. Die Canälchen können natürlich dazu dienen, eine Flüssigkeit durchzulassen, für den Durchgang der Spermatozoen aber seien sie bereits bei den Fischen etwas enge und noch viel mehr bei den Säugethieren, falls Canälchen hier wirklich in der Zona vorhanden sein sollten.

Hinsichtlich jener von Remak in der Zona pellucida des Säugethiereies gefundenen Streifung bemerkt Joh. Müller,[1] dass auch die Dotterhaut der Fischeier einen ähnlichen Anblick gewähre, und dass beide Erscheinungen sicherlich auf analogen Verhältnissen beruhen. Bei den Fischen liege die Erklärung in jenen zapfenförmigen Ausläufern an der Oberfläche der Dotterhaut, welche, wenn die Membran im Profil betrachtet wird, sich theilweise decken und in derselben Linie liegen, wodurch man Streifen sehe, die viel länger als jeder einzelne Zapfen seien. Bei den Holothurien beruhe jene Streifung auf einem durch die Kerne hervorgerufenen optischen Phänomen.

Auch Lereboullet,[2] der im Ei des Hechtes zwischen einer äusseren und einer inneren Membran unterscheidet, deren letztere eine dünne amorphe Schicht sei, welche unmittelbar den Vitellus umgebe, erwähnt mikroskopische Röhrchen in der äusseren Membran und glaubt, dass dieselben zum Durchlassen von Wasser dienen. Ueber das Ei des Barsches sagt er, dessen Schale sei mit einer Menge hohler, haariger, verfilzter „Appendices" bekleidet, welche sich durch die ganze Dicke der Schale erstrecken; ausserdem sei sie mit Röhrchen durchzogen, die wirkliche Absorptionsorgane abgeben. Nach Aubert[3] kann man an dem reifen Ei des Hechtes, nachdem es in Berührung mit Wasser gekommen ist, eine äussere dünne, fein granulirte Haut von einer inneren dickeren Membran, die im Querdurchschnitt eine radiäre Streifung zeige, unter-

---

[1] R. Remak. Ueber Eihüllen und Spermatozoen. *Müller's Archiv.* Jhrg. 1854.

[2] Lereboullet. Résumé d'un travail d'embryologie comparée sur le développement du brochet, de la perche et de l'écrivisse. *Ann. d. sciences nat.* 4me série. Zool. T. I. 1854.

[3] Aubert. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Fische. *Zeitschr. f. wiss. Zool. von Siebold u. Kölliker.* Bd. V. 1854.

scheiden; der Dotter sei übrigens zunächst von einer structurlosen Haut umgeben.

Aus diesen so verschiedenen Schilderungen der das Ei umschliessenden Membranen und ihrer Beschaffenheit geht nur zu deutlich hervor, wie schwankend die damalige Auffassung war. Lereboullet's haarige „Appendices" an dem Ei des Barsches entsprechen offenbar der äusseren gallertartigen Eikapsel Joh. Müller's, eine Bildung, wovon am Ei des Hechtes nur Spuren zu erkennen sind — Aubert's äussere Haut, — die aber dem Ei des Lachses und anderer Fische vollkommen abgeht. Was Joh. Müller am Ei des Barsches die Dotterhaut nennt, ist dasselbe, was C. Vogt, Remak, Lereboullet und Aubert als die mit Pünktchen oder Streifen versehene chagrinähnlich gezeichnete Eikapsel beschreiben, und die Schicht endlich, welche nach Lereboullet und Aubert im Ei des Hechtes den Dotter zunächst umgiebt, kann nichts sein als entweder die besondere Rindenschicht des Dotters oder auch die Flüssigkeitsschicht, welche, nachdem das Ei in's Wasser gekommen, sich zwischen der Eikapsel und dem Vitellus ansammelt.

Unabhängig von der oben erwähnten Mittheilung Doyère's, die anfänglich völlig übersehen zu sein scheint und die zuerst von Leuckart beachtet wurde, entdeckte Bruch[1] 1855 die Mikropyle in Eiern der Forellen, Lachse, Hechte und Karpfen. Schon mit unbewaffnetem Auge konnte er bei der Forelle einen Ansatz zu derselben sehen, am deutlichsten aber erschien sie unter einer schwachen Loupe. Sie liege immer in der Nähe des Embryonalfleckes und beginne auf der Aussenfläche der Eikapsel als eine Vertiefung, werde dann bedeutend schmäler, so dass ihr Lumen ganz capillär sei, und erweitere sich dann wieder etwas beim Münden auf die Innenfläche der Kapsel. Die Kapsel des Fischeies sei somit nicht nur mit zahlreichen feinen Porencanälchen, sondern mit einer grösseren Oeffnung oder Mikropyle versehen, welche zweifelsohne die Pforte bilde, wodurch die Spermatozoen in das Ei eintreten; doch war Bruch nicht im Stande, diese Erscheinung zu beobachten. Dies gelang dagegen Leuckart[2] bei den Insekten, deren Mikropyle er und Meissner (a. a O.), unabhängig von einander, ungefähr gleichzeitig entdeckten. Leuckart fand sogar in den Eiern mehrerer Insekten eine ganze Menge Mikropylen. Da die Eier dieser Thiere frei in ihren Drüsenröhren liegen,

---

[1] Bruch. *Ueber die Befruchtung des thierischen Eies und über die histiologische Deutung desselben.* Mainz 1855.

Dslb. Ueber die Mikropyle der Fische. *Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie.* Bd. 7. 1856.

[2] R. Leuckart. Ueber die Mikropyle und den feineren Bau der Schalenhaut bei den Insekteneiern. *Müller's Archiv.* Jhrg. 1855.

so könne die Mikropyle bei ihnen nicht in derselben Weise wie bei den Holothurien gebildet sein, sondern es geschehe hier wahrscheinlich durch eine Resorption in der Eihaut oder Chorion. Diese Haut biete übrigens sehr eigenthümliche und wechselnde Texturverhältnisse dar, welche hauptsächlich dazu zu dienen scheinen, der Luft Zutritt zum Vitellus zu gestatten. So zeige der Chorion an seiner äusseren Fläche vertiefte, von erhabenen Streifen umgebene Felder und sei im Innern von einer Menge Canäle durchzogen. In unreifen Eiern erschien Leuckart, statt der später hervortretenden Felder, das Chorion mit einer vollständigen Zellenlage bedeckt, aus welcher daher wenigstens der äussere Theil desselben entstanden sein könne. In wiefern dasselbe auch von der innersten Partie gelte, bleibe dahingestellt; diese werde indessen früher als die äussere gebildet, jedoch erst nachdem die Dotterhaut, die innerhalb derselben liegt, schon fertig gebildet sei. Was nun die Eihüllen der Fische betrifft, so weist Leuckart darauf hin, dass die von Joh. Müller beschriebene äussere gallertartige mit Porencanälchen versehene Schicht im Ei des Barsches nur eine Eiweissschicht sei, die hier eine aussergewöhnliche Entwicklung erlangt, welche nicht mit dem eigentlichen Chorion zu verwechseln sei, das im Ei des Barsches sich innerhalb dieser Eiweisskapsel befinde, bei der Forelle aber die einzige das Ei umgebende Hülle bilde. Die im Chorion befindlichen Porencanälchen entsprechen den Luftcanälchen in den Insekteneiern. Ob man Recht habe, die von Remak in der Zona des Säugethiereies entdeckten Streifen als den optischen Ausdruck von Canälchen zu betrachten, sei dagegen ungewiss, da man bei ihnen weder Lumina noch Oeffnungen aufzuzeigen vermöge. Das Chorion der Fischeier sei übrigens nicht so einfach gebaut, wie man gewöhnlich annehme. Es bestehe aus einer äusseren dünnen und festen Membran, die innerlich mit einer dicken Schicht zäher, sarkodartiger Substanz bekleidet sei. Diese innere Lage zeige beim Barsche auf ihrer Innenfläche zahlreiche, 12 μ grosse, platte Vorsprünge, unter sich durch kleine Vertiefungen getrennt und fast „den Köpfen einer zusammenhängenden Zellenlage“ ähnlich. Sonst zeige diese Lage keine Structur und sei mit der äusseren Lage fest verbunden, so dass die Canälchen ununterbrochen durch beide gehen. Eine Mikropyle im Chorion fand Leuckart unter anderem auch beim Wels und beim Barsche.

Die Beobachtungen von Canälen und Oeffnungen in den Membranen der Eier mehrerer Thiere haben eine Menge Untersuchungen hervorgerufen, wobei das Bedürfniss einer klareren Einsicht in die verschiedene Beschaffenheit der einzelnen Eihüllen immer fühlbarer wurde. Schon Joh. Müller lenkte die Aufmerksamkeit darauf, dass man zwischen den Eihüllen, die im Ovarium, und denen, die im Eileiter gebildet werden,

einen Unterschied machen müsse, sowie darauf, dass jede dieser beiden Hüllen verschiedener Art sein könne, aber erst Reichert[1] unterwarf diesen Gegenstand einer eingehenderen Prüfung. Als die primäre Hülle des Eies — Membrana vitellina — betrachtet er die structurlose Membran, die wenigstens anfänglich immer und überhaupt so lange sie noch vorhanden ist, den Vitellus zunächst umgebe, und welche die Zellenmembran der Eierstockzelle vertrete, woraus das Ei sich entwickle. Von den secundären Eihüllen unterscheidet er mit Joh. Müller zunächst zwei Arten, nämlich die Eierstock- und die Eileiterhüllen. Die Benennung Chorion, die bis dahin von den Schriftstellern ununterschiedlich zur Bezeichnung der Eihüllen von allen drei dieser Kategorien gebraucht worden sei, sei um so unpassender, weil sie ursprünglich der Fötushülle zukomme. Die Umlagerungen, womit das Ei während seiner Wanderung durch den Eileiter versehen werde, scheinen alle Producte der Wand der Tuba zu sein, wogegen es sehr zweifelhaft sei, wie die einzelnen Eierstockhüllen entstehen. Sie können nämlich theils in dem Epithel des Follikels ihren Ursprung haben, theils Ablagerungen des primitiven Eies selbst sein. Ihre chemische und morphologische Beschaffenheit könne hierbei gewiss eine bessere Anleitung zu der richtigen Beurtheilung abgeben, als ihre Schichtungsverhältnisse, denn in den meisten Fällen seien nicht alle Arten der Eihüllen zugleich vorhanden; oft gebe es nur eine einzige Membran.

In Bezug auf das Fischei hält Reichert die punktirte oder chagrinähnlich gezeichnete Hülle desselben für eine secundäre Membran, die jedoch durch Ablagerung aus dem primitiven Ei selbst entstanden sei. Ausserhalb dieser treffe man in den meisten eine zweite Hülle, die beim Barsche besonders auffalle, und von Joh. Müller als eine gallertartige, von leicht sichtbaren Porencanälchen durchzogene Eikapsel beschrieben wurde. Da diese in bei weitem geringerer Zahl als die die innere chagrinähnlich gezeichnete Membran charakterisirenden vorhanden seien, so müsse, falls diese Punkte Abdrücke von Canälchen sein sollen, eine Menge derartiger Canälchen in die trichterförmig erweiterten Enden von den Poren der äusseren Hülle münden. Im Ei des Hechtes bilde die äussere Hülle nur eine glasartige Schicht, ebenso bei verschiedenen Cyprinoiden, nur mit dem Unterschied, dass sie hier von einer Menge radiär gestellter, cylindrischer Stäbchen durchzogen erscheine, was ihr ein sammetartiges Aussehen verleihe. Joh. Müller, der vorher diese Structur

[1] Reichert. Ueber die Mikropyle der Fischeier und über einen bisher unbekannten eigenthümlichen Bau des Nahrungsdotters reifer und befruchteter Fischeier. *Müller's Archiv*. Jhrg. 1856.

bei Acerina, Perca und Cyprinus erythrophthalmus beschrieben hatte, rechnet sie, im Gegensatz zu Reichert, zur Dotterhaut. Bei Leuciscus erythrophthalmus und Cyprinus (Chondrostoma) nasus sah Reichert das Ei ringsum von diesen Stäbchen umgeben, wodurch das Präparat das Ansehen hatte, als wenn eine Menge Spermatozoen sich mit den Schwänzen radiär gegen die innere Eihülle gestellt hätten; bei Tinca kommen sie nur in vereinzelten Gruppen vor. Ihre Zahl war stets bedeutend geringer als die der Punkte in der inneren Eihülle. Obgleich beide Eihüllen eng miteinander verbunden seien, können sie doch durch Anwendung von Reagentien getrennt werden; die sammetartige äussere Hülle sei immer weniger fest als die innere. Bis auf diese Eier mit sammetartigen Eihüllen fand Reichert, dass alle anderen Fischeier an ihrer äusseren Fläche ein facettirtes Aussehen zeigten und erkannte zugleich, dass diese Facetten nichts als Abdrücke von Granulosazellen seien, welche sich darin befunden haben, wovon man sich beim Barsche leicht überzeugen könne. Es liege deshalb die Annahme nahe, dass die äussere Hülle aus der Membrana granulosa gebildet werde. In Betreff der Mikropyle des Fischeies bemerkt Reichert, dass sie aus einer konischen Einstülpung der Eihüllen nach dem Innern des Eies zu bestehe, welche Einbiegung an der Spitze von einem Canal durchbohrt sei. Die Mikropyle habe also die Form eines einfachen Trichters, an welchem man den Eingang, den Boden und den Hals unterscheiden könne.

In Uebereinstimmung mit Reichert nimmt Leydig[1] am Fischei das Vorhandensein einer Dotterhaut als Vertreter der Membran der ursprünglichen Eizelle an. An der Aussenseite dieser Membran zeigen sich die secundären Hüllen, welche wahrscheinlich von der Membrana granulosa stammen und sich in derselben Weise, wie die übrigen Cuticularbildungen ablagern; anfänglich bilden sie weiche, eiweissartige Lagen. Einige Eier bekommen dabei nur eine einzige Kapsel, welche von feinen Porencanälchen durchzogen sei, in anderen aber, z. B. im Ei des Barsches, erscheine ausserhalb dieser eine zweite Hülle, die sogenannte Eiweisshülle. Die von Remak entdeckten radiären Streifen in der Zona pellucida des Säugethiereies gewahrte Leydig am Ei des Maulwurfs, wovon er eine Zeichnung gibt. Sie seien allerdings so fein, dass man besonders suchen müsse, um sie zu finden, machen aber den Eindruck von Porencanälchen; am besten treten sie hervor, nachdem die Zona durch Behandlung mit Wasser aufgeschwollen sei. Die Zona selbst, meint Leydig,

[1] Leydig. *Lehrbuch der Histiologie des Menschen und der Thiere.* Frankfurt a. M. 1857.

sei durch eine innerliche Zusammenschmelzung der ursprünglich rings um die Dotterhaut abgesetzten Eiweissschichten sowohl unter sich als mit dieser und eine darauffolgende Verdichtung entstanden.

Die von Reichert ausgesprochene Ansicht über die Bildungsweise der secundären Eihüllen wird von Kölliker[1] weiter ausgeführt, der sie als „Zellenausscheidungen" bezeichnet und mit anderweitigen Cuticularbildungen zusammenstellt. Er hält es für unzweifelhaft, dass die Punkte an der chagrinähnlich gezeichneten, als Dotterhaut unterschiedenen inneren Eihülle von Porencanälchen herrühren und unterscheidet mit Leuckart in derselben eine äussere dünnere und widerstandsfähigere Schicht von einer inneren weicheren. An eben dieser äusseren Schicht seien die von Joh. Müller und Reichert beschriebenen Zöttchen oder Villi befestigt, welche an einigen Eiern vorkommen und ihnen dann ein sammetartiges Aussehen geben, und Kölliker meint beobachtet zu haben, dass jene Schicht, schon von vornherein an eben diesen Villi erkennbar, die am frühesten ausgeschiedene Partie der Eihülle sei, an deren Innenfläche sodann allmählig die innere poröse Schicht durch Absonderung aus einer hypothetischen ursprünglichen Eizellenmembran hinzukomme. Es würde demnach einen Zeitpunkt geben, wo die Eihülle nur von der villösen Schicht gebildet werde, und Kölliker theilt auch eine Zeichnung derselben aus jener Periode mit; allein diese Zeichnung, die ein schmales, mit dichtstehenden, feinen Querstrichen versehenes Band darstellt, ähnelt, wie Kölliker selbst bemerkt, viel mehr einer porösen Membran, als einer mit Villi oder Zotten ausgestatteten Haut, weshalb es erlaubt sein dürfte, die Richtigkeit der Auffassung Kölliker's von der Entstehungsweise der zottenähnlichen Vorsprünge an der Eimembran zu bezweifeln. Betreffs der gallertartigen äusseren Hülle am Ei des Barsches bestätigt Kölliker, dass dieselbe von den Follikelepithelzellen aus gebildet werde, deren Ausläufer die Röhren in derselben zu Stande bringen, je nachdem die dazwischen liegende Substanz ausgeschieden werde. Die Mikropyle hat nach Kölliker in einigen Fischeiern die Form eines einfachen überall gleich breiten Canals ohne trichterförmige Erweiterung und ist wahrscheinlich als ein erweiterter Porencanal in der secundären Hülle aufzufassen.

Ranson,[2] welcher nach einer Angabe Allen Thomson's[3] nicht nur die Mikropyle im Fischei zuerst entdeckt, sondern auch an ihm

[1] Kölliker. Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre. *Verhandl. der physik.-med. Ges. in Würzburg.* Bd. 8. 1858.

[2] W. H. Ranson. Observations on the Ovum of Osseous Fishes. *Phil. Transact.* für 1867. Vol. 157. 1868.

[3] Art. Ovum in *Todd's Cyclopaedie of Anatomy and Physiology.*

zuerst den Eintritt der Spermatozoen durch jene Pforte in das Ei beobachtet haben soll, ist der Ansicht, dass die Eikapsel am Ei des Gasterosteus aus concentrischen Schichten zusammengesetzt sei, mit einer feinen Punktirung versehen und so angeordnet, dass die Punkte sich gegenseitig decken. Er wurde zu dieser Ansicht durch die Beobachtung geführt, dass man nicht nur an den beiden Flächen der Kapsel eine solche Punktirung sehe, sondern auch an einer Falte derselben radiäre Linien gewahre, welche in Punkte aufgelöst werden können. Noch deutlicher treten diese Punkte an einer Schnittfläche hervor, und es habe hier den Anschein, als ob die Substanz, wodurch die Punktirung verursacht wurde, ausgefallen sei und leere Stellen zurückgelassen habe. Auf einem Gebiet in der Nähe der Mikropyle seien die Eier an der Fläche mit Gruppen kleiner, gestielter, knopfähnlicher Vorsprünge versehen, deren Länge gewöhnlich die Dicke der Eikapsel etwas überschreite. Diese seien bereits an Eiern zu erkennen, die so klein sind, dass sie noch keine punktirte Structur zeigen, kommen aber in grösserer Zahl an Eiern vor, welche sich der Reife nähern, als an solchen, die unreifer sind. Ranson hält diese knopfähnlichen Vorsprünge für Adhäsionsorgane, mittelst welcher das gelegte Ei an äussere Gegenstände befestigt werde. Ausser den obenerwähnten Pünktchen, welche die Eikapsel charakterisiren, beschreibt Ranson auch grössere, sternförmige, dunklere Punkte, welche, weiter von einander abstehend, auf der Innenfläche der Eikapsel zerstreut sind. An einer Schnittfläche sehe man sie mit einer Spitze zu zwei Drittel der Dicke derselben eindringen, wobei sie jedoch nicht, wie die regelmässigen Pünktchen, den Eindruck von leeren Stellen machen.

Das Interesse an dem Bau der Eihüllen, das eine Folge der obengenannten Entdeckungen Joh. Müller's und Bruch's war, wurde in der Gruppe der Vertebraten hauptsächlich dem Fischei zu Theil, obgleich das Säugethierei mit seiner dicken und durchsichtigen Kapsel wohl auch einen anziehenden Gegenstand der Specialuntersuchung in dieser Richtung hätte abgeben können, besonders anlässlich der eben erwähnten Notiz Remak's vom Vorhandensein radiärer Streifen in demselben. Diese Angabe scheint vielmehr binnen Kurzem fast vergessen oder doch ignorirt worden zu sein, bis sie endlich in Folge von Untersuchungen, die sich zunächst auf die Bildung des Eies und somit auch der Zona bezogen, in der letzten Zeit wieder aufgenommen wurde. Die Ursache hierzu liegt vielleicht zum Theil darin, dass man mit Allen Thomson die radiäre Streifung in der Zona nicht als den Ausdruck einer eigenthümlichen Structur, sondern nur als Spuren von den Schwänzen der am reifen Ei radiär angeordneten Granulosazellen auffasste. Was nun das

Vorhandensein einer Mikropyle im Säugethierei anbetrifft, so gibt Leydig an, dass er, wie Leuckart, vergebens eine solche gesucht habe. Der einzige, welcher mit einigem Grund es als möglich hinstellt, dass er so etwas gesehen, ist Meissner a. a. O. An einem dem Uterus entnommenen befruchteten Kaninchenei mit vollkommen unversehrter Eiweisslage und einer gleich beschaffenen Vesicula blastodermica gewahrte er einmal eine von wohl abgerundeten Rändern begrenzte Oeffnung in der Zona pellucida desselben, an deren Unversehrtheit im Uebrigen kein Zweifel obwalten konnte. Die Oeffnung stellte sich im Profil dar und maass bis zu 0·05 mm. Späterhin untersuchte Meissner eine Menge Ovarialeier, ohne je etwas Aehnliches anzutreffen, weshalb er blos seine Beobachtung erwähnt, ohne derselben weitere Bedeutung beizulegen.

Erst in Pflüger's origineller und an vortrefflichen Beobachtungen reicher Arbeit: „*Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen, Leipzig 1863*", die bekanntlich eine richtigere Auffassung der Eibildung angebahnt hat, findet man neue Anregungen in Bezug auf den Bau sowohl der Zona pellucida, als des ganzen Eies. Sie scheinen indessen kein besonderes Vertrauen gewonnen zu haben, da sie für gewöhnlich entweder mit Stillschweigen übergangen oder nur ganz oberflächlich erwähnt werden. Für mein Theil habe ich sie auch erst beachtet, als meine eigenen Untersuchungen mich dazu besonders veranlassten. Der Grund dieses langdauernden Uebersehens scheint mir nicht so sehr in dem eigenthümlichen und unerwarteten Inhalt der Beobachtungen, als vielmehr in ihrer unrichtigen Deutung zu liegen. Hierzu kommen ferner die Schwierigkeiten, womit Untersuchungen dieser Art verknüpft sind, weshalb auch Pflüger's Angaben in dieser Hinsicht noch beständig vereinzelt dastehen und grösstentheils weder Bestätigung noch Widerlegung gefunden haben.

Von der Ansicht ausgehend, deren Richtigkeit Pfüger völlig erwiesen zu haben meint, dass die Primordialeier eine besondere Membran besitzen, ist er geneigt, die Persistenz derselben, als „eines inneren Chorion", auch bei dem ganz entwickelten Eierstockei anzunehmen, obgleich sie dort nicht direct nachzuweisen sei. Die Zona pellucida erscheine erst, wenn das Ei zu einer bedeutenden Grösse gelangt, und sei anfänglich ganz dünn. Sie zeige zwar nie eine deutliche Structur, aber immer eine zarte Streifung, und durch Anwendung gewisser Reagentien, wie Eisenchlorid, Chlorwasserstoffsäure, komme wenigstens eine concentrische Schichtung zum Vorschein. Die Innenfläche derselben sei immer scharf begrenzt, die äussere dagegen unregelmässig und an dieser haften Granulosazellen. Es sei demnach wahrscheinlich, dass die Zona pellucida in einer oder der anderen Weise aus der Membrana granulosa gebildet

werde, und hiermit stimme überein, dass ihre radiären Streifen, wenigstens zeitweilig, sich in die radiär gestellten Granulosazellen fortsetzen, welche sogar Ausläufer in die Zona hineinschicken. Diese sei somit als aus dicht zusammengefügten Stäbchen, welche die abgeschnürten Enden der cylindrischen Ausläufer bilden, bestehend zu betrachten.

Die Existenz der Mikropyle betrachtet Pflüger als „eine innere Nothwendigkeit“ gemäss der Auffassung, die er sich von dem Eibildungsprocess erworben hatte. Die zukünftigen Eier sollten nämlich durch Theilung der Primordialeier oder Mutterzellen entstehen und anfänglich zusammenhängende Ketten bilden, von der ursprünglichen Zellenmembran umschlossen, die erst allmählig zwischen den einzelnen Eiern abgeschnürt würden, indem die Eier gleichzeitig mit dem Follikelepithel bekleidet würden. Dieses Epithel müsse demnach entweder gänzlich fehlen oder nur eine unbedeutende Entwicklung auf jenem Gebiet des Eies erlangen, wo die Zellenmembran mit einem Zipfel hinausragt, um sich mit einem entsprechenden Zipfel der angrenzenden Zellenmembran zu vereinigen. Somit würde auch die Zona an solchen Stellen unvollständig werden, und man würde an jedem Ei wenigstens einen, in den meisten Fällen aber zwei schwache Punkte oder Pole finden. Die Beobachtungen scheinen diese Deduction zum Theil zu bestätigen. Pflüger glaubte also, obwohl mit Schwierigkeit, zuweilen gesehen zu haben, dass ein runder Canal die Zona durchziehe; dagegen beobachtete er bestimmt bei anderen Gelegenheiten an Eiern, die ihre normale Grösse erreicht hatten, dass dieser Canal oder Mikropyle von einem Zellenausläufer, der auf beiden Seiten der Zona mit einer kernhaften Zelle zusammenhänge, ausgefüllt sei. Dass von keiner künstlichen Oeffnung, in welche die Vesicula geminativa eingeklemmt worden, die Rede sein könne, betont Pflüger ausdrücklich. Solche Zwillingszellen gewahrte er von verschiedener Grösse, während auch der Canal an Länge und Breite wechselte und oft hinlänglich gross war, um eine ganze Garbe Spermatozoen durchzulassen. Zwar kamen mehrere kleinere Doppelblasen an demselben Ei vor, er konnte aber nie, wie er vermuthete, dass die Sache sich herausstellen würde, an einem Ei zwei grössere Oeffnungen oder eine an jedem der beiden Pole finden. Da nun die äussere Zwillingszelle einen Theil der Membrana granulosa ausmacht, so hält es Pflüger für wahrscheinlich, dass bei der Ausstossung des Eies aus dem Ovarium und der Ablösung der Granulosamembran die äussere Zwillings- oder Spundzelle die innere nach sich ziehe, wobei die Mikropyle ihrer Bestimmung zugänglich werde. Die wahrscheinlichste Erklärung der Mikropylenbildung sei demnach die, dass eine oder mehrere Granulosazellen mit ihren Ausläufern die Zona an den Punkten durchbrochen, die den Abschnürungs-

stellen der ursprünglichen Eizellenmembran entsprechen. Dass man nicht an allen Eiern Zwillingszellen findet, meint Pflüger beruhe theils darauf, dass die Eier sich oft in einer unvortheilhaften Lage darstellen, theils auch darauf, dass die Zwillingszellen bei der Präparation zerstört worden seien.

Die Streifung in der Zona pellucida ist ferner von Quincke[1] an reifen Eiern der Kühe beobachtet worden, und einmal sah er einen Ansatz zu derselben an einem Menschenei. Bei sehr starker Vergrösserung (Hartnack's Immersionssystem) erschienen die Streifen gerade und schwach gewunden, zuweilen mit einer punktförmigen Aufschwellung in der Mitte. Er hält dafür, dass sie möglicherweise ein Ausdruck von Porencanälchen sind, was Kölliker, in dessen Laboratorium die Untersuchungen Quincke's ausgeführt wurden, in der fünften Ausgabe seiner „*Gewebelehre*" kein Bedenken trug zu behaupten, während er in der neulich erschienenen zweiten Ausgabe seiner „*Entwicklungsgeschichte der Menschen und der höheren Thiere*" vorsichtiger und vorbehaltsamer äussert: „Die Zona pellucida ist in gewissen Fällen wie von Porencanälchen feinstreifig und kann auch eine concentrische Schichtung darbieten."

Die Darstellung Waldeyer's[2] von diesem Gegenstand dünkt mich etwas unklar. Er betrachtet zuerst die Zona pellucida als Dotterhaut und erwähnt ferner, dass dieselbe bei fast sämmtlichen Geschöpfen eine eigenthümliche Structur darbiete, indem sie von zahlreichen radiären Porencanälchen durchzogen erscheine, was besonders in den Eiern der Knochenfische deutlich hervortrete. Bei den Säugethieren seien sie viel feiner und in dem reifen Vogelei habe man sie nicht nachweisen können. Dagegen komme an den Eiern der Vögel und Reptilien, als Vorläufer der Dotterhaut, eine Bildung vor — „Zona radiata" — welche in der That aus den der Dotterhaut zugewendeten Enden des Follikelepithels bestehe, die in eine Reihe der feinsten Stäbchen zerfallen, und welche Bildung also offenbar auch als eine homogene, von zahlreichen feinen Protoplasmafäden der Follikelepithelzellen durchzogene Membran aufgefasst werden könne — zwei meines Dafürhaltens keineswegs äquivalente Bestimmungen derselben Sache. Bei den Fischen sei es unzweifelhaft, dass feine, von den Follikelepithelzellen ausgehende Protoplasmafäden sich in den Porencanälchen der Dotterhaut befinden, eine Ansicht, die

---

[1] H. Quincke. Notizen über die Eierstöcke der Säugethiere. *Zeitschr. für wiss. Zoologie.* Bd. 2. 1863.

[2] W. Waldeyer. *Eierstock und Ei.* Leipzig 1870.

Dslb. Art. Eierstock und Nebeneierstock in *Stricker's Handb. der Lehre von den Geweben.* Bd. I. Leipzig 1871.

Waldeyer vorzüglich auf die von Joh. Müller beobachteten Verhältnisse in der äusseren gallertartigen Kapsel des Barscheies gründet, die jedoch schwerlich der Zona pellucida gleichzustellen oder eine Vitellinmembran zu nennen ist. Die Bildung der Zona soll nach Waldeyer in der Weise stattfinden, dass ein Theil des Protoplasma der Follikelepithelzellen eine cuticuläre Umwandlung erleide, während feine Protoplasmafäden in der umgewandelten Masse unverändert zurückbleiben. Allein demnach wäre wohl die radiäre Streifung eher als Ausdruck von diesen Fäden, denn von Porencanälchen zu betrachten. Zur Entstehung der letzteren ist es wohl nothwendig, entweder dass die Zellenausläufer irgendwie verschwinden, oder auch, dass sie in Canäle verwandelt werden.

Das Säugethierei ist ferner in letzterer Zeit von Ed. v. Beneden[1] speciell untersucht worden. Hinsichtlich der Eihüllen im Allgemeinen hebt dieser talentvolle Forscher den Unterschied zwischen der Dotterhaut und dem Chorion scharf hervor. Aus seiner Darstellung wäre man indessen geneigt zu glauben, dass dieser Gedanke neu sei, obgleich seine Definition der Membrane vitelline als eines Repräsentanten der Membran der ursprünglichen Eizelle mit der längst ausgesprochenen Ansicht Reichert's zusammenfällt. Die Bezeichnung Chorion gibt v. Beneden „à toute membrane anhiste formée par voie de sécrétion, par les cellules épithéléales de l'ovaire ou de l'oviducte, et destinée à servir d'enveloppe à un oeuf arrivée à maturité", und bringt also im Gegensatz zu Müller und Reichert Eierstock- und Eileiterhüllen in eine und dieselbe Categorie, ohne dies Verfahren irgendwie zu begründen.

Die Zona pellucida des Säugethiereies zeigt nach v. Beneden dieselbe Structur, wie der Chorion der Insekten, somit auch Porencanälchen, und hat alle Merkmale einer Cuticularbildung der Zellen des Discus proligerus, welche v. Beneden, gleich Pflüger, an einem Kuhei Ausläufer in diese Canälchen hat hineinschicken sehen. Ausser der Zona nimmt v. Beneden das Vorhandensein einer wirklichen Dotterhaut an, den Vitellus zunächst umgebend und auf Kosten der äussersten Lagen desselben gebildet. Van Beneden hat sie bei Delphinus delphis gesehen, wo sie eine nicht unbeträchtliche Dicke erreicht; sie zeigt sich jedoch erst nach der Erscheinung der ersten Rudimente der Zona. Uebrigens ist sie nach v. Beneden leicht an befruchteten, in Furchung

---

[1] Ed. v. Beneden. Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf, basées sur l'étude de son mode de formation et des premiers phénomènes embryonnaires; in *Mém. couronnés et Mém. des sav. étrang.*, publ. par l'Académie royale de Belgique. T. XXXIV. Bruxelles 1870.

begriffenen Eiern nachzuweisen. Wenn die Zona eines solchen Eies entfernt wird, was mittelst Essigsäure bewirkt werden kann, so werden jedoch die Furchungskugeln in ihrer ursprünglichen relativen Lage durch die sehr dünne Dotterhaut festgehalten; zerreist hinwieder diese, so trennen sie sich und schwimmen frei in der umgebenden Flüssigkeit herum.

Etwas was der Pflüger'schen Beschreibung einer Säugethiermikropyle entspricht, hat v. Beneden nie gesehen, dafür aber hat er ein einziges Mal an einem Kuhei einen feinen trichterförmigen Canal beobachtet, welcher die Zona durchbohrte. Bei einem gelinden Druck gegen das Ei sah v. Beneden die Dotterkörner aus dem Ei durch diese Oeffnung heraustreten, die indessen, was wohl zu merken, so eng war, dass nur je ein Korn durchgehen konnte. Da es deutlich ist, dass ein Canal dieser Art nicht durch einen zufälligen Riss entstehen kann, so hält v. Beneden dafür, dass er es mit einer Mikropyle zu thun hatte. Zwar sah er sie später nie wieder, betont aber das Zufällige darin, dass das Ei in eine solche Lage kommt, dass ein derartiger Canal sichtbar wird.

In den neuesten Arbeiten im Uebrigen, die unsern Gegenstand behandeln, habe ich nichts gefunden, was unsere Kenntniss der Zona pellucida des Säugethiereies über das eben Dargestellte hinaus erweiterte. Schenk[1] sagt von den Streifen derselben nur, „welche als Porencanälchen aufgefasst werden", während Hubert Ludwig[2] darüber äussert, dass sie nach Pflüger dadurch entstehen, dass die Granulosazellen feine Ausläufer ausschicken, zwischen denen die Ablagerung der Substanz der Zona stattfinde. Die Beschreibung Frey's[3] der Zona pellucida in seinem letzten histiologischen Compendium enthält blos, dass sie eine wasserklare Kapsel sei, die aus den umgebenden kleinen Zellen abgelagert sei und bei starker Vergrösserung radiäre Durchgänge zeige. Dagegen stellt Hubert Ludwig eine eigene Eintheilung der Eihüllen im Allgemeinen auf. Gestützt auf die von Waldeyer vertretene Ansicht von der genetischen Einheit der Eizelle und des Follikelepithels, welche Ansicht wohl gegenwärtig die allgemein vorherrschende ist, rechnet er zu einer Hauptgruppe alle die Eihüllen, welche ihren Ursprung sowohl in der Eizelle selbst, als im Follikelepithel haben, und nennt sie die primären. Die Hüllen, welche ein Erzeugniss der Eizelle sind, werden Membranae vitellinae genannt, sie mögen structurlos oder mit Poren-

[1] S. L. Schenk. *Lehrbuch der vergleichenden Embryologie der Wirbelthiere.* Wien 1874.

[2] Hubert Ludwig. *Ueber die Eibildung im Thierreiche.* Würzburg 1874.

[3] H. Frey. *Grundzüge der Histologie.* Leipzig 1875.

canälchen versehen, einschichtig oder mehrschichtig sein, und seien durch eine Secretion vom Dotter oder durch Verwandlung der Randschicht desselben gebildet. Gleichfalls bezeichnet er ohne Rücksicht auf ihre Beschaffenheit jede vom Follikelepithel ausgehende Eihülle als Chorion. Die zweite Hauptgruppe oder die secundären Hüllen bilden sich um die Eierzelle, nachdem dieselbe das Ovarium verlassen. Diese Eintheilung fällt somit gewissermaassen mit der alten Müller'schen und Reichert'schen in Eierstock- und Eileiterhüllen zusammen, weicht aber insofern davon ab, als die Ausdrücke primär und secundär eine andere Bedeutung haben. Ludwig legt ein hauptsächliches Gewicht auf den von ihm als unzweifelhaft richtig angenommenen, gemeinsamen Ursprung der Eizelle und des Follikelepithels, welche Frage jedoch meiner Ansicht nach eine noch offene und lange nicht entschiedene ist.

Bei der Untersuchung des fertig gebildeten oder mit allen seinen constituirenden Theilen versehenen Säugethiereies, wie es sich in den Ovarien vorfindet, darf man gewisse für die richtige Beurtheilung desselben besonders wichtige Umstände nicht aus dem Auge lassen. Es ist nämlich wohl zu merken, dass keineswegs alle Thiere derselben Art oder gar demselben Eierstock entnommene Eier in jeder Beziehung völlig gleich sind oder sich immer in derselben Weise verhalten. Theils enthält jedes Ovarium, nachdem es einen gewissen Grad der Ausbildung erreicht hat, Eier von sehr wechselnden Entwicklungsstufen, theils ist es selbst gewissen regelmässig wiederkehrenden physiologischen Wandlungen unterworfen, welche auf die Zustände des darin eingeschlossenen Eies einwirken. Diese Verhältnisse sind, wie es His[1] so schlagend dargethan hat, bei Vögeln und Fischen in hohem Grade ausgeprägt. Der Grössenunterschied zwischen den verschiedenen Eiern desselben Ovariums ist bei ihnen höchst auffallend. Als Regel gilt, dass das Ei, je mehr es sich der Reife nähert, desto mehr an Volumen zunimmt. Aber dieser Zuwachs geht nicht in einer gleichmässigen und ununterbrochenen Reihenfolge fort, sondern geschieht gleichsam stossweise. Die Eierstöcke bieten demnach Perioden der Ruhe, abwechselnd mit Perioden lebhafter Thätigkeit dar. Während der ersteren ist die Ernährung der Eier auf ein Minimum beschränkt, und ihr Wachsthum stockt; sie scheinen sogar in

---

[1] Wilhelm His. *Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes.* Die erste Entwicklung des Hühnchens im Ei. Leipzig 1868.
Dslb. *Ueber das Ei und die Entwicklung von Knochenfischen.* Leipzig 1873.

ihrer Entwicklung eher etwas rückwärts als vorwärts zu gehen. Während der letzteren zeigen die Eierstöcke einen reichlichen Blutzulauf, und eine gewisse Anzahl Eier nimmt in kurzer Zeit oft sehr bedeutend an Grösse zu. Der Schlussact einer solchen Periode der Thätigkeit besteht darin, dass die Eier, welche ihre volle Reife erreicht haben, sich vom Ovarium lösen, um anderwärts anderen Geschicken entgegenzugehen, während andere Eier, die nicht so weit gekommen sind, in der Stille eine andere Periode abwarten müssen, um ihre Bestimmung zu erreichen. Die bedeutenden Wechsel des makroskopischen Aussehens der Eierstöcke und der Eier bekunden sich auch in ihrer mikroskopischen Beschaffenheit, und es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Ovarien und Eier der Säugethiere analoge Verhältnisse darbieten, wenn auch die Aeusserungen davon makroskopisch nicht ebenso offenbar und auffällig hervortreten, wie bei Vögeln und Fischen.

Zu einer vollständigen und erschöpfenden Untersuchung des Säugethiereies war somit eigentlich erforderlich, dass man bei demselben Thiere die Beschaffenheit der Eier sowohl während der verschiedenen Altersperioden des Thieres, als auch in dessen verschiedenen Zuständen mit Bezug auf die Ovulation oder, was im Allgemeinen einerlei ist, zu verschiedenen Jahreszeiten systematisch erforschte. Eine solche Untersuchung erheischt indessen günstigere äussere Hülfsmittel, als diejenigen waren, über welche ich bisher verfügen konnte. Ich musste mich mit dem Material begnügen, das ich mir allmählich und mehr sporadisch verschaffen konnte, wobei ich oft in Ermangelung zuverlässiger Anhaltspunkte in den gedachten Beziehungen war. Das Material wurde Kaninchen, Meerschweinchen, Schweinen, Hunden, Katzen, Kühen und Schaafen entnommen.

Um das fertig gebildete Ei zu studiren, habe ich, wo möglich, vollkommen frisches Material oder doch solches benützt, das nur einige wenige Tage mit der Müller'schen Flüssigkeit behandelt worden war. Auch während des heissesten Theiles des Sommers konnte ich das frische Material einige Tage vor Fäulniss bewahren, indem ich es in Jodserum liegen liess, das ich mit einer Spur Cyanwasserstoffsäure versetzt hatte.[1] Als Untersuchungsmenstrum bediente ich mich vorzugsweise des Liquor folliculi und Jodserum, und ich hatte Grund, damit zufrieden zu sein, weshalb ich auch nicht versuchte andere passende Lösungen ausfindig zu machen.

Obgleich es keine Schwierigkeit darbietet, ein Säugethierei unter das Mikroskop zu bringen — es geschieht am bequemsten, wenn man

[1] Ich lernte diese Methode von Prof. F. Miescher jun. in Basel kennen.

auf dem Objectträger ein Stückchen des Eierstockes mit Nadeln zertheilt, falls es sich um ein kleines Thier handelt, oder andernfalls, wenn man einen grösseren Follikel vorsichtig öffnet und ausleert — so ist doch eine gewisse Uebung nöthig, um das Ei in eine solche Lage zu bringen, dass es einer näheren Untersuchung zugänglich werden kann. Die dasselbe umgebenden Zellen des Discus proligerus, welche das Ei selbst wesentlich verdecken, sind zuerst zu entfernen. Zu diesem Zweck habe ich, anstatt gewöhnliche Präparirnadeln zu gebrauchen, welche viel zu grobe Werkzeuge abgeben, mit gutem Erfolg schmale Glasstäbchen benützt, deren eines Ende in einen feinen Faden ausgezogen war; letzterer besitzt, ausserdem dass er sehr fein gemacht werden kann, noch den Vorzug, dass er bedeutend biegsam und elastisch ist. Mittelst dieser Stäbchen ist es mir meistentheils gelungen, unter dem Dissections-Mikroskope oder unter Hartnack's Linse Nr. 2—4 in einem gewöhnlichen Stativ vollständig oder theilweise, je nach Wunsch, das Ei von der Granulosa zu befreien, deren Zellen bald ziemlich fest, bald loser an der Zona befestigt sind. Das Ei verträgt dabei äussere Gewalt bis zu einem gewissen Grad, geht aber leider auch leicht verloren und zwar nicht selten gerade dann, wenn einem an dessen Erhaltung am meisten gelegen ist. Am bequemsten verfährt man in der Weise, dass man den zu entfernenden Zellen die Nadelspitze aufsetzt und dann das Ei gegen den Rand der Untersuchungsflüssigkeit oder ein wenig darüber hinaus zieht oder führt, wobei die Adhäsion zu dem Objectträger in dem Maasse wächst, als die Dicke des Flüssigkeitslagers abnimmt. Das Verfahren wird wiederholt, bis der Zusammenhang sich gelöst hat.

Hierbei, wie auch später bei der eigentlichen Untersuchung, muss man nothwendig das Ei vor Vertrocknen sorgfältig schützen, denn sonst verdirbt es in einigen Augenblicken. Wird das Präparat auf dem gewöhnlichen Wege mit einem Deckglas versehen, so geschieht es nicht selten, dass das Ei unter der Schwere desselben berstet; jedenfalls wird es mehr oder weniger gedrückt. Sucht man es durch reichlichen Zusatz von Menstruum oder durch Stützen des Deckglases davor zu schützen, so rutscht das Ei leicht darunter weg. Es ist deshalb, sowohl in Bezug auf diese Umstände, als auch in anderer Hinsicht vortheilhaft, sich einer passenden Camera zu bedienen, die so gebaut sein muss, dass sie eine gleichmässige Senkung des Deckglases, um das Ei einer mässigen Compression zu unterwerfen, und ein horizontales Herumdrehen desselben, um das Ei in Rotation zu bringen, gestattet, wodurch man Gelegenheit hat, dasselbe in verschiedenen Lagen zu untersuchen, was natürlich in vielen Fällen äusserst wünschenswerth ist. Die Schwierigkeit, welche damit verbunden ist, einen so kleinen und empfindlichen Körper, wie das

Säugethierei, unversehrt von einem Objectträger auf den andern hinüberzutragen, habe ich durch Anwendung von capillären Glasröhrchen zu überwinden vermocht, in welchen man das Ei recht bequem auffangen kann, und woraus es dann leicht herauszublasen ist, wohin man immer will.

Um Eier von der Tuba zu erhalten, habe ich, bevor ich noch durch die Literatur die von Cruikshank[1] und Bischoff[2] angegebenen Methoden kennen lernte, mich beider mit gutem Erfolge bedient. Die erstere, welche darin besteht, dass man, nachdem die Tuba, von ihren Anhängseln befreit und in halbzöllige Stückchen zerschnitten ist, diese sachte mit einer Sonde streicht, ist bei Weitem leichter und bequemer auszuführen, und ergiebt, mit Vorsicht angewendet, völlig unbeschädigte Eier. Die letztere, welche dagegen das Aufschlitzen der ebenfalls freipräparirten Tuba und die Untersuchung derselben in ihrer ganzen Ausdehnung bei 10 bis 12maliger Vergrösserung bedingt, ist sicherer anzuwenden, wenn es sich darum handelt, alle in der Tuba befindlichen Eier zu untersuchen; das Lumen der Tuba darf jedoch nicht allzu eng sein. Nichts steht übrigens einer Combination beider Methoden mit einander im Wege.

Bei meinen Untersuchungen über das Säugethierei habe ich in Betreff der Zona pellucida vor Allem eine genauere Einsicht in die Bedeutung der radiären Streifung derselben erstrebt. Wie bereits erwähnt, behauptet Pflüger, und Waldeyer wiederholt diese Angabe, dass die Zona des reifen Eies stets eine solche Zeichnung darbiete. Die Erfahrung, welche ich erworben habe, stimmt insofern nicht ganz hiermit überein, als ich nicht selten in fertig gebildeten Eiern die Zona vollständig homogen gefunden habe, obgleich sie durch Hartnack's Linsensystem Nr. 7 und das Ocular Nr. 3, eine Vergrösserung, welche in anderen Fällen die Streifen auf's Deutlichste hervortreten liess, untersucht wurde. In diesem Verhältniss scheint, wenigstens zum Theil, der Umstand seine Erklärung zu finden, dass viele Forscher, worunter so umsichtige und erfahrene wie Bischoff, ausdrücklich betonen, dass die Zona pellucida eine vollkommen structurlose Membran, ohne alle Fäden, Streifen oder Blätter sei, sowie der, dass, selbst nachdem die Entdeckung von Porencanälchen und der Mykropyle in den Eiern der Fische und einiger anderer Thiere

---

[1] W. Cruikshank. Versuche, bei welchen die Eier der Kaninchen am dritten Tage nach der Begattung in den Muttertrompeten und am vierten in der Gebärmutter gefunden wurden, nebst der ersten Gestalt der Frucht. Uebersetzung in *Reil's Archiv f. d. Physiologie.* Bd. 3. 1799.

[2] Th. Ludw. Wilh. Bischoff. *Entwicklungsgeschichte des Kanincheneies.* Braunschweig 1842.

eine lebhafte Aufmerksamkeit erregt, und Remak auf das Vorhandensein von etwas Aehnlichem bei den Säugethieren hingewiesen hatte, dennoch die alte Beschreibung der Zona sich bis in die letzte Zeit unverändert erhalten hat, wie dies aus der Darstellung und den Abbildungen Kölliker's in der vorletzten Ausgabe seines histologischen Handbuches und in der ersten seiner Entwicklungsgeschichte hervorgeht. Allen Thomson, der die Angabe Remak's besonders beachtet hat, erklärt mit Bestimmtheit, dass die Zona, auch bei den stärksten Vergrösserungen, keine Spur irgend einer Structur zeige, weshalb er auch, wie oben erwähnt, die Streifung derselben anders deutet. Soviel bleibt jedenfalls unzweifelhaft, dass die Streifen in der Zona von Eiern desselben Thieres einmal sehr bestimmt und scharf ausgeprägt, ein andermal aber nur als schwache Andeutungen vortreten; die Grösse der Eier kann in beiden Fällen ungefähr dieselbe sein. Es scheint mir deshalb anzunehmen, dass das schwächere oder kräftigere Hervortreten der Streifen in der Zona mit verschiedenen physiologischen Zuständen des Eies im Zusammenhang steht. Uebrigens sieht man an einem und demselben Ei bei unveränderter Einstellung des Mikroskopes einige Streifen deutlicher als andere, was darauf beruhen kann, dass nicht alle sich in ganz derselben Ebene befinden.

Waldeyer hat die Zeichnung eines mit einer gestreiften Zona versehenen Eies mitgetheilt, welche Zeichnung in den Arbeiten Panum's[1] und Schenk's wiedergegeben ist, obgleich sie mir ziemlich schematisch vorkommt. Noch weniger naturgetreu ist die Abbildung desselben Gegenstandes, die sich in Frey's „*Grundzüge der Histologie*" findet. Die Zona ist dort so dicht gestreift, dass die Abstände zwischen den verschiedenen Streifen kaum grösser sind, als die Dicke derselben.

So lange die Streifen in der Zona pellucida nur als feinere oder gröbere einfache Striche beobachtet wurden, musste ihre Deutung unsicher und in mancherlei Hinsicht misslich sein. Einerseits können sie, wie wir bereits gesehen haben, als Ausdrücke solider Bildungen oder Stäbchen betrachtet werden, anderseits aber können sie ebenso gut röhrenförmige Canälchen bezeichnen, und endlich lässt sich auch denken, dass es sich um Röhren handle, die mit einem soliden Körper ausgefüllt sind, obgleich die Zartheit der Streifen nicht gerade für diese Annahme spricht. Bei einer grossen Menge Beobachtungen ist es mir indessen gelungen, Bilder anzutreffen, die meines Dafürhaltens eine endgültige Entscheidung in der Sache bringen. Ein ganz vorzügliches Bild dieser Art bietet die Zona

[1] P. L. Panum. *Erindringsord til Forelæsninger over Forplantelse og Udvikling.* Köbenhavn 1872.

pellucida an dem Kaninchenei, das wir in Fig. I der beigefügten Tafel wiedergeben. Es wurde mit Hülfe der Camera unter Hartnack's Linse Nr. 8 und Ocular Nr. 3 mit dem Zeichenpapier in gleicher Höhe mit dem Mikroskoptische abgezeichnet. Der Durchmesser des Eies beträgt 0·125 mm. Es hat einem Ovarium angehört, das während einiger Tage in der Müller'schen Flüssigkeit gelegen hat.

Die radiäre Zeichnung der Zona erscheint hier nicht mehr in Form feiner, einfach contourirter Striche, sondern man sieht deutlich und bestimmt Canälchen mit einem deutlichen, durch zwei sehr feine Linien begrenzten Lumen, welche Canälchen sich durch die Zona hindurch von einer Fläche bis zur andern erstrecken. Dieses Bild erhebt somit zu völliger Evidenz die sonst auf Analogien gegründete Annahme, dass auch die Kapsel des Säugethiereies mit Porencanälchen versehen ist. Stellt man das Mikroskop so ein, dass ein Theil der Aussenfläche des Eies statt dessen Aequator im Focus liegt, so sieht man sehr schön, wie die äussersten Mündungen der radiären Canäle sich als zirkelrunde, durch eine feine Linie scharf begrenzte Ringe darstellen. Es war meine Absicht, auch hiervon eine Zeichnung zu geben, aber die unvorsichtige Hand meines Zeichners zerquetschte das Präparat, anstatt dasselbe zu copiren, was mir um so unwillkommener war, als ich die Gelegenheit versäumt hatte, darauf besonders zu achten, ob die Mündungen der Porencanälchen auf der Fläche der Zona eine regelmässige Anordnung, wie man sie an Eiern der Fische und Insekten beobachtet hatte, darböten. Aus Erfahrung aber kenne ich, welche Menge von Säugethiereiern man geduldig isoliren und untersuchen muss, um mit einiger Wahrscheinlichkeit Eier in eben diesem Stadium, mit so ausserordentlich deutlich hervortretenden Canälchen zu finden. Wenn die Canälchen nur in Form von Strichen angedeutet sind, kann man natürlich nicht mit Erfolg ihre gegenseitige Lage mit Hülfe ihrer Mündungen studiren.

Bevor ich mich aber mit diesen Porencanälchen weiter beschäftige, möchte ich erst mit einigen Worten mittheilen, was ich in Bezug auf die Mikropyle in dem Säugethiereie und die besondere Dotterhaut innerhalb der Zona pellucida, worüber so viel gestritten worden ist, beobachtet habe.

Von den drei bereits angeführten Mittheilungen, welche uns die Literatur bietet, nämlich von Meissner, Pflüger und v. Beneden haben, wie ich in der Folge nachweisen werde, die interessanten Beobachtungen Pflüger's mit dieser Bildung nichts zu schaffen, sondern sind ganz anders zu erklären. Dagegen habe ich Grund, der vorher erwähnten Darstellung v. Beneden's zuzustimmen, denn ich habe eine

mit der seinigen vollständig übereinstimmende Beobachtung gemacht; auch insofern gleich, als ich nicht im Stande war, dieselbe zu erneuern, obgleich ich mit Hülfe der Camera die Eier wie Kugeln auf einem Tischblatt umherrollen und sie somit in mannichfach verschiedene Lagen bringen konnte. Meine Beobachtung fand im Anfange meiner Untersuchungen statt, bevor ich noch die Arbeit v. Beneden's kennen gelernt. Ich hatte ein Stück eines Kaninchenovariums zertheilt und das Präparat mit einem Deckglas versehen. Innerhalb des Sehfeldes befand sich ein Ei, dessen Zona pellucida an einer Stelle von einem sehr deutlichen Canal durchbohrt war, durch welchen eine Menge Vitellinkörnchen in einer einfachen Reihe, das eine nach dem andern, im Begriff waren herauszutreten. Der Canal sah ungefähr so aus, wie ihn v. Beneden abbildet. Seine Ränder waren an den beiden Flächen der Zona etwas abgerundet, im Ganzen aber war der Canal eher röhren- als trichterförmig zu nennen. Eine Einbiegung der Zona gegen das Innere des Eies in der nächsten Umgebung des Canals, wie sie bei der neuerdings mit grosser Sorgfalt von His (a. a. O.) beschriebenen Mikropyle der Lachseier vorkommt, war nicht zu erkennen; die Dimensionen sind indessen an den bezüglichen Eiern ganz bedeutend verschieden. Nach His erreicht der Durchmesser des Lumens der Mikropyle am Ei des Lachses kaum eine der Breite des Kopfes des Lachsspermatozoons entsprechende Grösse, und es kann demnach nicht die Rede davon sein, dass ein ganzer Schwarm Spermatozoen zugleich in das Ei eindringen könnte. Bei Kenntniss der Entwicklung, welche die Porencanälchen in der Zona erlangen können, wäre man geneigt, anzunehmen, dass die behauptete Mikropyle im Kaninchenei nur eine derartige sei, eine Möglichkeit, welche ich keineswegs bestreiten will, zumal v. Beneden[1] sich neulich veranlasst gesehen hat, seine eigene Angabe von einer Mikropyle im Säugethierei als eine voreilige gänzlich zu widerrufen. Wenn er aber zugleich erklärt, überzeugt zu sein, dass die Oeffnungen in der Zona pellucida, welche nicht nur er selbst, sondern auch Meissner und Pflüger unter jenem Namen beschrieben, nur Kunstproducte seien, sei es durch zufälliges Platzen oder durch unvorsichtigen Gebrauch der Präparirnadeln verursacht, so muss ich mich dagegen entschieden verwahren, denn ein Sprung sieht ganz anders aus, und die Möglichkeit, das Vorhandensein der Canäle in anderer Weise zu erklären, ist in dem Vorhergehenden gegeben.

---

[1] Ed. van Beneden. La maturation de l'oeuf, la fécondation et les premières phases du développement embryonnaire des mammifères d'après des recherches faites chez le lapin. *Communic. prélim.* Bullet. de l'Acad. royale de Belgique. 44me année. 2me série. T. XI. 1875.

Was die Angabe **Meissner's** anbetrifft, so erinnert sie mich an die Bilder, die ich zuweilen an Eiern gesehen, welche während einer längeren Zeit aufbewahrt waren. Durch Maceration wird nämlich die Zona pellucida gleichsam zäher und lässt sich, ohne zu bersten, bedeutend ausdehnen; beim Behandeln so beschaffener Eier im Compressorium ist es mir bisweilen passirt, dass der Dotter in zusammenhängender Masse durch eine ziemlich weite, von einem ringsum wohl abgerundeten Rande begrenzte Oeffnung in der Zona herausgetreten ist, eine Oeffnung, die sich von einem künstlichen Sprunge weit unterscheidet. Es erscheint nicht unmöglich, dass diese Oeffnung die erweiterte Mikropyle oder ein bedeutend ausgedehntes Porencanälchen sein kann.

Die Discussion über eine besondere Eihülle innerhalb der Zona pellucida begann schon früh, ehe noch Jemand eine solche gesehen zu haben beanspruchte, und wurde, soweit ich verstehen kann, durch den Umstand veranlasst, dass die Zona pellucida in v. Baer's minder glücklich ausgeführtem Vergleich zwischen dem „Ovulum“ und dem Vogelei von Anfang an der Membrana corticalis im letzteren gleichgestellt und somit als eine äussere Eihülle betrachtet wurde, welche Auffassung per analogiam eine innere Eihülle oder eine Membrana vitellina erheischte. So behauptet Rud. Wagner[1] auf Grund der allgemeinen Analogie vom Vorhandensein einer Dotterhaut im Säugethiereie überzeugt zu sein, obgleich er sich vergebens bemüht hatte, sie zu entdecken. Krause[2] und Hermann Meyer[3] meinen dagegen, dass sie dieselbe direct nachgewiesen haben, ersterer an einem Ziegenei, letzterer bei Schweinen, und Barry findet in der Angabe Krause's eine Stütze, um an der Ansicht seines Lehrers (Wagner) festzuhalten; aber Bischoff widerlegt ihre Beweisführung und leugnet das Vorhandensein einer solchen Membran durchaus ab. Er betrachtet statt dessen die Zona pellucida als eine Dotterhaut, womit dann Allen Thomson und die meisten folgenden Ovologen einstimmten. Was Reichert betrifft, welchen Ed. v. Beneden als Entdecker einer Dotterhaut innerhalb der Zona pellucida angibt und den auch Hub. Ludwig als Denjenigen erwähnt, welcher diese Membran bei den Vertebraten zuerst beschrieben habe, beide unter Bezugnahme auf den Aufsatz Reichert's in *Müller's Archiv 1841: „Ueber den Furchungsprocess der Batrachier-Eier“*, so spricht er dort nicht vom

---

[1] Rud. Wagner. Beiträge zur Geschichte der Zeugung und Entwicklung. *Abhandlungen der mathem.-physiolog. Classe der k. bayr. Akademie der Wissenschaften.* 1837.

[2] C. Krause. Ei der Säugethiere. *Müller's Archiv.* Jhrg. 1837.

[3] Hermann Meyer. Ueber das Säugethierei. *Müller's Archiv.* Jhrg. 1842.

Säugethierei, sondern nur vom Froschei, in welchem er aus rein theoretischen Gründen das Vorhandensein einer dünnen Zellenmembran innerhalb „der Dotterhaut“ voraussetzt. Diese Annahme Reichert's ist nur die Consequenz seiner Auffassung von dem Furchungsprocess des Eies als einer endogenen Zellenbildung und seiner Auffassung des Begriffes „Zelle“, in welchem die Zellenmembran in Uebereinstimmung mit der Schwann'schen Lehre als nothwendige Bestimmung enthalten ist.

In der letzten Zeit ist es Ed. v. Beneden, der das Vorhandensein einer Dotterhaut innerhalb der Zona in dem fertig gebildeten Ei vertreten und, wie bereits erwähnt, dafür neue Gründe angeführt hat. Da ich keine Gelegenheit gehabt habe, Eier der Wale zu untersuchen, so kann ich mich natürlich auch nicht gegen eine positive, an solchen gemachte Beobachtung äussern. Es wäre jedoch höchst erstaunlich, wenn die Eier dieser Thiere sich in ihrem Baue von den Eiern der übrigen Säugethiere unterscheiden sollten. So weit meine Untersuchungen sich erstrecken, habe ich meinestheils nie eine Spur einer besonderen Membran innerhalb der Zona pellucida entdecken können, obgleich es mir sehr oft gelungen ist, durch Anwendung sowohl chemischer als mechanischer Mittel die letztere vollständig zu entfernen und somit den Dotter blosszulegen, der jedoch vielfach seine Kugelform fortwährend unverändert beibehält. Die äussere Abgrenzung der Dotterkugel zeigt sich dabei vollkommen glatt und scharf, ohne eine Andeutung doppelter Contour oder irgend welcher Falten. Bei Behandlung dieser Kugel mit Verdauungsflüssigkeit wird der Rand allmählich angefressen, wobei die Vitellinkörnchen nach und nach frei werden, aber auch dann sieht man keine Ueberbleibsel der betreffenden Membran. Ebenso wenig ist eine innere Membran an solchen Eiern zu erkennen, an welchen der Dotter etwas zusammengezogen und durch eine Flüssigkeitslage von der Zona getrennt ist, wie es zuweilen mit Ovarialeiern und immer mit aus der Tuba genommenen Eiern, auch wenn sie nicht befruchtet sind, der Fall ist. Auch habe ich an befruchteten, in Furchung begriffenen Eiern keine die Furchungskugeln zusammenhaltende gemeinsame Membran, welche an diesen zu demonstriren nach v. Beneden so leicht sein soll, bemerkt. Zwar gebe ich zu, dass ich nicht, wie es v. Beneden anräth, dergleichen Eier mit Essigsäure behandelt habe, weil ich sie zu anderem Zwecke brauchte; ich kann aber kaum glauben, dass man die fragliche Membran leichter sehen sollte, nachdem die Zona pellucida entfernt ist, da ja die Furchungskugeln nicht unmittelbar an der Zona, sondern in ziemlicher Entfernung davon liegen. Diese scheinen mir eher durch einen kleinen Rest der Dottersubstanz zusammengehalten, falls man nach einem besonderen Verbindungsmittel suchen will.

Da ich nun auf die Porencanälchen in der Zona pellucida zurückkomme, so geschieht es, um einige Beobachtungen mitzutheilen, welche zur Aufklärung über die Bestimmung dieser Canälchen dienen und die zugleich das Ei im Ganzen auf's Engste berühren.

Wenn man eine grössere Menge Eier aus verschiedenen Ovarien sorgfältig untersucht, so trifft man ganz gewiss einige, an welchen hie und da eine der Granulosazellen, welche die Zona pellucida zunächst umgeben, mit einer feinen Spitze oder einem Ausläufer sich in einen der Streifen der Zona fortsetzt. Pflüger hat, wie oben erwähnt, dies Verhältniss schon beobachtet und bringt es mit der Bildungsweise der Zona in Verbindung, und v. Beneden bestätigt diese Angabe. Allein man findet auch Eier, an welchen die Ausläufer der Granulosazellen deutlich in die Porencanälchen der Zona in Form von verhältnissmässig recht dicken Zapfen mehr oder weniger tief eindringen. Die Granulosazellen bieten dann das Bild grossköpfiger Nägel dar, welche in die durchsichtige Zona eingeschlagen sind. Ausserdem kann man mitunter Granulosazellen zu sehen bekommen, die zum Theil ausserhalb der Zona, zum Theil innerhalb derselben sich befinden, wobei die getrennten Theile mittelst eines schmalen Stranges oder einer Brücke verbunden werden, die sich durch die Zona hindurch, d. h. durch einen ihrer Porencanäle, welchen sie dann ausfüllt, erstreckt. Solche Granulosazellen haben das Aussehen von Nietnägeln, deren beide Köpfe je auf den beiden Seiten einer durchsichtigen Glasscheibe liegen. Ferner begegnet man bisweilen Eiern, an welchen eine gewisse Zahl Granulosazellen ganz und gar innerhalb der Zona liegt, deren einige mit einer kürzeren Spitze versehen sind, welche noch ein Stück in den inneren Theil eines offenstehenden Porencanals hineinragt. Endlich habe ich auch Eier angetroffen, in welchen eine deutliche kernhaltige Zelle frei zwischen der Zona und dem Dotter lag, während eine andere derartige Zelle sich theilweise innerhalb, theilweise ausserhalb der Zona befand. Einen Theil der beschriebenen Dinge findet man ohne Schwierigkeit an den Bildern 2 und 1 wieder; ihre Deutung kann nicht zweifelhaft sein.

Diese Beobachtungen, welche eine zusammenhängende Kette ohne Unterbrechung bilden, beweisen zur Genüge, dass Granulosazellen von Zeit zu Zeit in das Säugethierei durch die Porencanälchen in der Zona pellucida einwandern.

Der in dem eben angeführten Satz enthaltene Gedanke ist kein neuer. Er ist von His zuerst ausgesprochen worden und zwar in Betreff des Vogel- und des Fischeies. Er wurde aber bisher von sonst Niemand getheilt, was vielleicht darauf beruht, dass, wie scharfsinnig und glänzend die Motivirung His' auch ist, der directe Beweis für die

Wahrheit desselben bis jetzt fehlte. Da indessen, wie wir sehen werden, dieser Satz in mehr als einer Hinsicht höchst wichtige Consequenzen in sich schliesst und zugleich mit einer der Cardinalfragen der Entwicklungsgeschichte auf's Engste verbunden ist, so dürfte es nicht ungeeignet sein, die Thatsachen darzulegen, welche in einer oder der andern Beziehung den Werth meiner Beobachtungen über diesen Gegenstand und der darauf gegründeten Schlussfolgerung aufklären können.

In der Literatur finde ich zunächst eine gute Stütze für die Richtigkeit meiner Beobachtungen in den vorher erwähnten Beobachtungen Pflüger's von Zwillingszellen in der Zona. Dass diese Erscheinung mit einer Mikropylenbildung nichts zu schaffen hat, geht mit grosser Wahrscheinlichkeit schon daraus hervor, dass die „Zwillingszellen" in unbestimmter Anzahl auftreten und keineswegs in Uebereinstimmung mit Pflüger's Theorie von den zwei Eipolen. Diese Theorie beruht übrigens auf der Annahme einer gemeinsamen Membran um die sämmtlichen Eier einer Eierkette, eine Annahme, die sich durchaus als voreilig erwiesen hat.

Allein nicht genug hiermit. Ein ebenso sprechendes Zeugniss in dieser Sache bietet eine andere Stelle der oft genannten Arbeit Pflüger's. Pflüger will dort nachweisen, dass ein guter Theil der schon fertigen Follikel und Eier untergehen und resorbirt werden, und es ist die Beschreibung von der Art und Weise, in welcher diese Auflösung vor sich geht, die mir so bemerkenswerth erscheint, dass ich mir erlaube, einen Theil derselben wörtlich anzuführen. Seite 76 seines Werkes äussert Pflüger Folgendes: „Ich konnte sogar dann noch den Lösungsprocess beobachten, wenn das Ei bereits im Follikel eine mächtige Zona pellucida besass. Ich habe gesehen, wie dieses selbst sich unter besonders merkwürdigen Erscheinungen auflöste. Wenn man nämlich innerhalb der Periode der Follikelreifung untersucht, so wird man sehr gewöhnlich an frischen mit Humor aqueus untersuchten Schnitten unter den schönen normalen Eiern einzelne finden, die folgende Eigenthümlichkeit zeigen. Die Zona pellucida scheint oft stark aufgeschwollen und verdickt; wenigstens ist der weisse Hof um das Ei ganz abnorm breit. Dieselbe steht wenig oder sehr viel von dem Dotter ab, so dass dann zwei Eier statt eines im Innern Platz fänden. Jener liegt entweder als scharf begrenzte dunkle Kugel in dem Raume oder zeigt einen unregelmässigen Contour, als ob von aussen nach innen eine Lösung gleichsam die Oberfläche der Dotterkugel anfressend vorschritte. Oft sieht man dann die letztere in zwei, drei, vier und mehr Partien zerfallen, die ähnlich wie ein in Furchung begriffenes Ei aussehen, obwohl Alles beweist, dass es sich nicht um eine Gewebeneubildung, sondern um einen Zerfall handelt. Das

Merkwürdigste aber, das ich bei dieser Verflüssigung des Dotters als lösenden Factor kennen lernte, waren Zellen, welche den in der Zonahöhle liegenden Körnerkugeln an verschiedenen Stellen aufsassen, etwa wie ein Pilz dem Organismus, auf welchem er schmarotzt. Ich habe diese Zellen hier zu 6—8 in Arbeit gefunden, und war auch im Stande zu constatiren, woher dieselben kamen. An verschiedenen Stellen sieht man mit ausgezeichneter Klarheit die Zellen der Membrana granulosa durch die Zona pellucida Fortsätze schicken. Diese letzteren sind bald sehr schmal, bald ziemlich breit, d. h. sie können etwa den dritten Theil des Durchmessers einer mittelgrossen Zelle der Membrana granulosa und mehr erreichen. Oft stehen diese Fortsätze mit Bläschen in Verbindung, welche sich im Innern der Eihöhle befinden und den inneren Contour der Zona pellucida berühren. In diesem Falle stellen also jene Fortsätze einfache Zellencommissuren dar. Mit der Lösung der peripherischen Theile des Dotters scheinen jene inneren Zellen später, von der Zona sich entfernend und ihren Fortsatz verlassend, ein selbständiges Leben zu führen. — — — — — So viel ist klar, dass diese Processe in gewissem Sinne abnorm sind, weil sie auf eine Lösung des bereits fast reifen Eies hinzielen. Da an den schönsten, kräftigsten, jugendlichsten Katzen im November und December, also im vierten bis zehnten Lebensmonate, diese Erscheinungen ganz gewöhnlich von mir wahrgenommen wurden, so darf man wohl ohne Bedenken zugeben, dass wir den zeitlichen Verlauf und den Modus dieser Processe demonstrirt haben, deren Existenz bereits durch andere Betrachtungen als zweifellos erkannt wurde. Es handelt sich also hier um die eigenthümliche Thatsache, dass eine im Grunde krankhafte Erscheinung sich als nothwendiges Glied in das Bereich des gesunden Lebens einfügt."

Pflüger hat also offenbar eine Einwanderung der Granulosazellen in das Ei beobachtet, dadurch aber, dass er diese Erscheinung mit einem Lösungsprocess des Dotters zusammengestellt, vor welcher Auffassung die Jugend und Lebensfrische seiner Katzen ihn hätte warnen sollen, hat er eine Schilderung zu Stande gebracht, die wahrscheinlich Niemand berücksichtigt hat, denn sie wird in der Literatur nirgends erwähnt,[1] obgleich Grund genug dazu vorhanden war. Pflüger's Beobachtung war indessen, da sie so nahe an die Wahrheit streift, eines besseren Schicksals würdig. Es ist eigenthümlich genug, dass es in der wich-

---

[1] Seite 37 meiner Monographie *über die Entw. des Hühnchens* habe ich auf die oben erwähnten Beobachtungen Pflüger's Rücksicht genommen und dieselben in Parallele gebracht mit meinen Angaben über den Zelleneintritt in's Vogelei.
His.

tigen, das Verhältniss der Primordialeier zum Ovarialepithel betreffenden Frage Pflüger gleichfalls begegnete, dass er, als er eben der Lösung sehr nahe war, abbog und den rechten Weg verlor.

Ferner habe ich in Eimer's[1] Abhandlung *über die Eier der Reptilien* einige Beobachtungen gefunden, welche mit den meinigen sehr gut übereinstimmen, obgleich er sie in ganz anderer Weise deutet. Seite 414, Bd. 8 von *Max Schultze's Archiv* findet sich Folgendes:

„Ich habe gezeigt, dass am Ringelnatterei das Follikelepithel mit langen Fortsätzen in den Eiinhalt hineinragt. Dort sind aber die Ausläufer gerade während ihres Durchtritts durch die Zona meist nur sehr schwach zu erkennen. Ganz anders ist dies bei der glatten Natter (Coronella laevis). Hier traf ich in dieser Beziehung ein höchst interessantes Verhalten. Es war hier an Follikeln von 3—7 ^{mm} Durchmesser die Zona in kurzen Abständen von aussen nach innen von relativ weiten Canälen durchbohrt. In je einem solchen Canal stak ein dicker Ausläufer einer Granulosazelle. Der Ausläufer ragte eine ziemliche Strecke weit in den Eiinhalt hinein und endigte dann meist stumpf. In seinem Centrum liess sich sehr häufig eine helle Linie sehen, welche zuweilen deutlich als Canälchen zu erkennen war, so dass der Ausläufer ein Röhrchen darstellt. In den kleineren Eiern, welche noch ein mehrschichtiges Epithel hatten, waren meist diejenigen Ausläufer am schönsten, welche von den der Zona unmittelbar aufliegenden Epithelzellen herrührten. Zuweilen konnte man aber Ausläufer, welche Zellen aus den obersten Lagen des Epithels angehörten, als feine Röhrchen fast durch die ganze Granulosa hindurch verfolgen."

„Der Körper der Zellen der untersten Lage nun war da, wo er der Zona auflag, zuweilen vollkommen abgeflacht. Zellkörper und Fortsatz verhielten sich zur Zona wie ein Nagel mit breitem Kopf, welchen man durch ein Brett geschlagen hat, eine Gestaltveränderung, welche unmöglich an den Granulosazellen entstehen könnte, wenn diese die Zona abscheiden würden. Dieselbe lässt sich aber erklären, wenn man annimmt, die Zona bilde sich vom Ei aus und flache die Körper der mit Fortsätzen in der Dotterhaut steckenden Epithelzellen an deren unterer Seite durch in centrifugaler Richtung auf sie ausgeübten Druck ab."

Für Eimer sind diese in Rede stehenden Granulosazellen, welche mit ihren dicken Ausläufern in die Zona hineinragen, nichts als die Wege, auf welchen Nahrungsstoff vom Kreislaufe in das Ei hereinkommt oder gleichsam eine Art von Filtrirapparaten. Ihrer Zeit gehen sie unter,

[1] Th. Eimer. Untersuchungen über die Eier der Reptilien in *M. Schultze's Archiv f. mikrosk. Anatomie*. Bd. 8. Bonn 1872.

nachdem sie zuerst in offene Becherzellen übergegangen, und sie verschwinden, wobei die Poren in der Zona frei werden, so dass dann offene Canäle behufs der Ernährung und Excretion der Eier zu Gebote stehen. Die Deutung, welche schon an und für sich ziemlich künstlich und ausserdem auf unvollständige Beobachtungen gegründet ist, gewinnt nicht an Haltbarkeit durch die wenig aufklärende Consequenz, welche Eimer daraus folgen lässt, nämlich, dass das Wachsthum des Eies in keiner anderen Weise als das jeder anderen Zelle, sondern nur in höherem Grade stattfinde. Dass Eimer's Beobachtung in der Hauptsache richtig ist, findet man leicht sowohl aus seiner Beschreibung, als aus seinen Abbildungen. Dagegen ist seine Deutung derselben gänzlich verfehlt und wird durch den nachgewiesenen Eintritt der Granulosazellen in das Ei leicht widerlegt.

In der zweiten Serie seiner *Researches in Embryology* hebt Barry hervor, dass der peripherische Theil des reifen Säugethiereies mitunter aus dicht liegenden polyedrischen Bläschen zu bestehen scheine, eine Beobachtung, deren Richtigkeit Bischoff in seiner *Entwicklungsgeschichte des Kanincheneies* bestimmt bestreitet, die aber möglicherweise in einer kurz zuvor stattgefundenen Einwanderung von Granulosazellen in das Ei ihre Erklärung finden mag. Man könnte sogar die Frage aufwerfen, ob nicht etwa das eigenthümlich fleckige Aussehen, welches nach Bischoff die Kanincheneier mitunter darbieten, und das jener Forscher als eine ganz zufällige und individuelle, auf einer ungleichförmigen Vertheilung der Vitellinkörner beruhende Erscheinung betrachtet, mit dem in Rede stehenden Processe in irgend einer Verbindung stehe.

Es erscheint mir auch in hohem Grade wahrscheinlich, dass die im Vorhergehenden erwähnten Beobachtungen, welche von Joh. Müller, Leuckart, Reichert, Kölliker, Ransom u. A. in Bezug auf „Kerne", „zapfenförmige Vorsprünge", „Stäbchen", „Warzen", „gestielte Fortsätze" u. Aehnl. gemacht worden sind, welche man hauptsächlich an der Eikapsel der Fische angetroffen, in der That auf die Erscheinung, wovon jetzt die Rede ist, nämlich die Einwanderung der Granulosazellen in das Ei, hinweisen. Obgleich ich diese Vermuthung nicht mit eigenen Beobachtungen stützen kann, da die Eier, welche ich bisher mehr zufällig untersucht habe, keine derartigen Processe zeigten, so scheint mir jedoch recht viel, und zwar mit einer bemerkenswerthen Uebereinstimmung, dafür zu sprechen. Schon der erste Blick auf Kölliker's und noch mehr auf Ransom's Abbildung der Warzen oder „Vorsprünge" an der Eikapsel bei Gasterosteus erinnerte mich lebhaft an die Bilder, welche mir vom Säugethierei her so bekannt waren. Ich hatte vor mir dieselben Nägel, wie Pflüger diese Zellen so treffend genannt hat, in

derselben Weise, obgleich weniger tief, in die Eikapsel eingeschlagen, nur waren ihre Dimensionen etwas schmäler. Und bei Beachtung der Ausdrücke und Vergleiche, deren sich einige Schriftsteller zur Beschreibung dieser Vorsprünge bedienen, finde ich sogar in ihnen eine gewisse Bestätigung meiner Vermuthung. Hierzu kommt noch, dass Leuckart von abgeflachten Vorsprüngen spricht, welche wie „die Köpfe in einer zusammenhängenden Zellenlage" aussahen, die sich an der Innenfläche der inneren Kapsel oder des Chorions des Barscheies befanden, und dass Ransom etwas dem Aehnliches vom Ei des Gasterosteus zu berichten hat. In diesen beiden Beobachtungen kann ich nicht umhin, eine Beschreibung der Granulosazellen zu finden, welche schon durch die Canäle der Eikapsel durchgedrungen sind und somit ihren Platz innerhalb derselben haben. Zur Unterstützung meiner Ansicht würde ich mich ferner auf Eimer berufen können, welcher in seiner vorher angeführten Abhandlung bei Erörterung dieser Vorsprünge — oder wie er sie nennt, eigenthümlichen zungenförmigen Erhöhungen am Chorion des Fischeies — sie nur für Dottermasse hält, welche aus dem Ei durch die Canäle in dessen Hülle ausgetreten sind und dann eine härtere Beschaffenheit angenommen haben. Sie sind also nach Eimer eine Art Excretionsproducte, oder — was ich besonders hervorhebe — Gebilde zufälliger Art, welche sich nicht in die Structur der Eikapsel einfügen.

Was nun die Beweisführung betrifft, welche His für den Eintritt der Granulosazellen in das Vogelei beigebracht hat, so beruht sie auf einer besonders sorgfältigen Beobachtung des Wachsthums des Eies von dem Stadium an, wo es nur aus der primordialen Eizelle besteht, bis zu dessen Vollendung und Reifung. Es handelt sich hierbei nicht darum, dass die Granulosazellen durch eine dicke Membran eindringen. Eine solche gibt es hier nicht, sondern anfangs nur die weiche Grenzschicht des Primordialeies und zuletzt noch die aus dieser Schicht hervorgegangene Dotterhaut. Dass die weissen Eidotterelemente, aus welchen dann die gelben unzweifelhaft ihren Ursprung nehmen, Zellen sind und von der Granulosa herrühren, schliesst His unter Anderem daraus, dass er bei einer gewissen Entwicklungsstufe des Eies solche sowohl an den beiden Seiten der Granulosamembran, als in der Mitte derselben angetroffen hat. Weiter meint His, dass die Granulosa, anstatt ein echtes Epithel zu sein, aus Zellen bestehe, welche, der Gruppe der Bindesubstanzen angehörend, lediglich mit den Körnerzellen identisch sind, die zeitweise im Ovarium in reichlicher Menge vorkommen und von denen er Uebergangsformen zu diesen gefunden.

Durch Untersuchungen von Fischovarien in verschiedenen physiologischen Zuständen hat His sich neue und kräftige Belege seiner oben

erwähnten Ansicht verschafft. Die wesentlichsten dieser Belege bestehen aus den folgenden von ihm beobachteten Thatsachen. Auf einer gewissen Stufe, ehe die Fischeier noch eine solche Entwicklung erreicht haben, dass sie eine selbständige Kapsel erhalten, sind sie unmittelbar von einer, oft doppelten Endothelscheide umgeben und zeigen keine Spur einer Granulosamembran. Die grösseren Eier hingegen besitzen sowohl eine Kapsel, als eine ausserhalb dieser befindliche gefässreiche Follikelmembran, die jedoch nach innen durch eine Endothelscheide abgegrenzt wird. Zu Zeiten einer lebhaften Thätigkeit in den Ovarien ist immer eine reichliche Menge Leucocyten daselbst vorhanden, und man kann einige dieser Zellen lebhafte amöbenähnliche Bewegungen ausführen sehen, während andere an der Endothelscheide der jüngeren Eier haften, in welche sie, soweit man sehen kann, Fortsätze hineinschicken. An grösseren Follikeln sind die weissen Zellen in allen Tiefen der Follikelwand zu treffen, und sogar auf ihrer Innenfläche, wohin sie nur durch Durchbrechung von wenigstens einer Endothellage haben gelangen können. In unreifen Lachs- und Forelleneiern fanden sich bei solchen Zeitpunkten in der Grenzzone des Eies Gruppen von Körnern, welche in ihrer Gestaltung grosse Uebereinstimmung mit den Körnerzellen zeigen, die ausserhalb des Eies herumkriechen. Andrerseits bieten zwar auch die weichen Dotterelemente Kennzeichen dar, welche nicht in Allem mit den ausserhalb des Eies befindlichen Zellen übereinstimmen: es treten aber unter gewissen nicht näher bestimmbaren Verhältnissen unter diesen äusseren Zellen solche auf, welche mit den weissen Dotterzellen übereinstimmen.

Beredter als diese Thatsachen und fast unwiderstehlich erscheinen mir die Betrachtungen, womit His seine Abhandlung über die Eier der Knochenfische abschliesst: „Wir wissen an und für sich wenig genug von der Ernährung und dem Wachsthum von Zellen, und wenn wir von Quellung, Diffusion, von chemischer Anziehung und dergleichen reden, so ist dies höchstens als anständige Verhüllung unserer Unwissenheit zu bezeichnen. Für die Zellen des wachsenden Keimes habe ich selbst und haben seitdem auch Oellacher und Rieneck den Nachweis geliefert, dass sie sich nicht mit flüssiger Nahrung begnügen, sondern die in ihrer Umgebung befindlichen Dotterkörner in Substanz in sich aufnehmen, Aehnliche substantielle Zellenernährung mag vielleicht auch anderwärts nachgewiesen werden, wenn man einmal darnach sucht, beim wachsenden Ei indess soll das Blutplasma genügen. Nun vergegenwärtige man sich folgende Punkte: Das reife Hühnerei enthält bei einem Gesammtgewicht von circa 15 ^{grm} etwas über 50 %, d. h. 7—8 ^{grm}

feste Bestandtheile.[1] Unter letzteren finden wir etwas über 2·5 grm oder circa 16 % Eiweisskörper und lösliche Salze, den Rest bilden Lecithin, Nuclein, Cholestearin und Fette, lauter Stoffe, die schon vermöge ihrer Unlöslichkeit zur Diffusion ungeeignet sind. Wenn dieselben nicht in Substanz in's Ei gelangt sind, so müssen sie sich in ihm aus den löslichen Stoffen des Plasma gebildet haben. Versuchen wir, wie weit wir mit letzterer kommen. Das Blutplasma enthält über 90 % Wasser, der reife Eidotter kaum 50. Es ist dies ein Verhältniss, das von vornherein höchst ungünstig ist für einen durch Diffusion bedingten Eintritt fester Stoffe in's Ei. Lässt man aber das Plasma mit oder ohne Trichter in's Ei hineinfiltriren, so müssen Einrichtungen gesucht werden, die eine rasche Ausscheidung des mit dem Plasma eingetretenen Wasserüberschusses ermöglichen, oder Einrichtungen, welche den Wassereintritt hemmen und nur denjenigen der festen Bestandtheile geschehen lassen. Ueber den Druck im Innern des Follikels fehlen bis jetzt directe Messungen, ein hoher Druck könnte allenfalls einen Wasseraustritt erklären, allein damit fällt wieder die Kraft dahin, welche Stoff in's Ei eintreibt. Alle diese Schwierigkeiten steigern sich ausnehmend, sowie man sich vergegenwärtigt, dass die 7—8 grm fester Dottersubstanz mit Ausnahme eines verschwindend kleinen Anwurfs im Laufe von 6—8 Tagen sich angesammelt haben, und dass die zur Aufnahme von Stoffen dienende Oberfläche des Eies an und für sich gering ist und aller der Einrichtungen entbehrt, die wir an absorbirenden Oberflächen zu finden gewohnt sind.

„Mit der Annahme von Zelleneinwanderungen in das Ei löst sich wenigstens ein Theil der vorhandenen Schwierigkeiten. In der Eiterung kennen wir bereits einen Process, welcher in gleich kurzer Zeit gleich grosse oder selbst grössere Mengen hochorganisirter Materie auf beschränktem Raum zusammenführt. Die farblosen Zellen stehen schon in Betreff des Wassergehaltes dem Eidotter näher als das Blutplasma, sie nähern sich ihm aber auch in der übrigen chemischen Zusammensetzung, sie enthalten dieselben durch Wasser fällbaren Eiweisskörper und vor Allem enthalten sie die im Plasma fehlenden phosphorhaltigen organischen Körper der Lecithin- und Nucleingruppe.

„So lange es mir selbst oder einem anderen Forscher nicht gelungen ist, den Process der Zelleneinwanderung von Anfang bis zu Ende durchzubeobachten, muss ich es natürlich einem Jeden überlassen, welches Gewicht er den von mir für den Zelleneintritt in's Ei beigebrachten

---

[1] Man vergleiche die Zusammenstellung älterer Analysen in *Lehmann's Zoochemie* und die neuen Arbeiten im III. und IV. Heft von *Hoppe-Seiler's med.-chem. Untersuchungen*.

Argumenten beilegen will; so viel aber ist sicher, dass wir mit der Steifung auf doctrinäre Schemata einem so schwierigen Problem gegenüber nicht zum Ziel gelangen werden."

Sicherlich wird Niemand bestreiten, dass die angeführten Beobachtungen, jede in ihrer Weise und in ihrem Maasse, die Richtigkeit meiner Beobachtungen am Säugethiereie und den Schluss, welchen ich darauf gegründet, bestätigen. Steht nun aber der Satz, dass die Granulosazellen in das Säugethierei einwandern, fest, so geben die oben besprochenen Beobachtungen bei Reptilien, Fischen und Vögeln zugleich einen hinreichenden Grund, um mit Sicherheit schliessen zu können, dass dasselbe Verhältniss auch in den Eiern dieser Thiere stattfinde, und die Möglichkeit oder gar die Wahrscheinlichkeit seiner Gemeingültigkeit ist damit auch gegeben.

Die Annahme, dass dieser Process zunächst die Ernährung des Eies bezwecke, liegt nahe und wird vollständig bestätigt durch die eingreifenden Untersuchungen von His über die Vogel- und Fischeier, deren Wachsthum in gewisser Hinsicht viel leichter zu verfolgen ist, als das der Säugethiereier, da es in bedeutend grösserem Maassstabe erfolgt. Dass die in das Säugethierei eingewanderten Granulosazellen im Allgemeinen aufgelöst werden, um Stoff zur Vermehrung des Dotters und des Inhaltes desselben zu liefern, unterliegt keinem Zweifel. Bietet es keine Schwierigkeit dar, Eier von den grössten Dimensionen zu finden, welche keine Spur von einwandernden oder eingewanderten Granulosazellen zeigen, so habe ich auf der andern Seite oft genug sowohl grössere als kleinere Eier getroffen, deren Zona mit mehr oder weniger eindringenden Zellenausläufern dicht besetzt war. Weit seltener ist es mir gelungen, Eierstockeier mit Zellen innerhalb der Zona zu erblicken, und diese Eier sind auch nicht von den allergrössten gewesen. Die eingewanderten Zellen sind in den verschiedenen Eiern mehr oder weniger deutlich hervorgetreten, was wohl daran lag, dass sie eine relativ kürzere oder längere Zeit der Einwirkung der Dottersubstanz ausgesetzt waren.

Auch an Zahl wechseln die eingewanderten Granulosazellen bedeutend. Eine solche Menge Zellen innerhalb der Zona pellucida, wie sie in dem in Bild 1 abgezeichneten Eie vorkommt, habe ich nie, weder früher oder später, gesehen. Sie liegen so dicht, dass sie wie ein Epithel die ganze Innenfläche der Zona bekleiden. Ihre Contouren sind im Allgemeinen deutlich genug, die Kerne aber sind schwer zu unterscheiden; sie sind sicherlich im Begriff digerirt zu werden. Dagegen stiess ich einige Male auf Eier mit einzelnen ganz deutlichen kernhaltigen Zellen innerhalb der Zona, während andere, auch sie wenig an Zahl, im Begriff waren, die Canäle derselben zu passiren, so dass sie sich theilweise

innerhalb und theilweise ausserhalb des Eies befanden. Indem ein Tropfen Glycerin zu einem solchen Ei gesetzt wurde, dessen Dotter von Anfang an auf einem geringen Gebiet von der Zona durch einen kleinen Zwischenraum getrennt war, wurde der Dotter dazu gebracht, sich weiter zusammenzuziehen, wobei ich mit vollkommener Bestimmtheit in dem dadurch gebildeten Zwischenraume eine freie Zelle, wie auch den auf der Innenfläche der Zona liegenden Theil einer andern eintretenden Granulosazelle beobachten konnte. Als der Dotter nach einer Weile seine frühere Gestaltung wieder annahm, wurde die eben freie Zelle zwischen der Zona und dem Dotter eingeklemmt, und es war dann natürlich schwerer, sie mit derselben Genauigkeit wie früher zu unterscheiden. In wiefern eine solche spärliche Einwanderung nur das Vorspiel einer reichlicheren sei, oder ob es mitunter hierbei bleibe, darüber kann ich nichts entscheiden.

Bild 3 stellt ein Schweineei dar, das aus einem grösseren Follikel genommen wurde, nachdem das Ovarium zwei Tage in Jodserum aufbewahrt war. Es wurde ohne Deckglas, aber mit Zusatz eines Tropfens Glycerin untersucht. Man sieht den Dotter zusammengezogen und von der Zona abstehend, während äusserst feine Ausläufer der Granulosazellen unmittelbar mit seiner Masse zusammenhängen und in dieselbe übergehen. Ich wüsste nicht, wie ich dieses Präparat am richtigsten deuten sollte, wenn nicht so, dass die in die Zona eingetretenen Theile dieser eingeschrumpften und mageren Zellen schon assimilirt worden, ehe noch die ganzen Zellen eintreten konnten.

Die nähere Erörterung Desjenigen, was eigentlich beim Wachsthum des Eies vor sich geht, ist eine Aufgabe, die zwar eigentlich nicht der Morphologie, sondern vielmehr der Physiologie oder zunächst der Mikrochemie zukommt. Und wie unvollständig meine Versuche in dieser Richtung auch sind, so haben sie mir doch die Ueberzeugung beigebracht, dass sogar das Säugethierei von dieser Seite her einigermaassen anzugreifen ist, ohne dass die technischen Schwierigkeiten unüberwindliche Hindernisse zu bereiten brauchen.

Der nachgewiesene Eintritt der Granulosazellen in das Ei ist indessen der erste positive Einsatz, welchen die Histologie in Betreff der Ernährung und des Wachsthums des Eies gemacht, und da das Säugethierei, wenigstens für einige Zeit, mit Recht als der Typus einer lebenskräftigen Zelle hoher Dignität zu betrachten ist, so liegt in dieser Erscheinung die Anleitung einer näheren Kenntniss der Art und Weise, in welcher die Ernährung und das Wachsthum der Zellen im Allgemeinen stattfinden.

Eine andere Frage von nicht geringerer Tragweite ist die, inwiefern alle in das Ei eingewanderten Granulosazellen unter allen Umständen nur als Nahrungsstoff dienen, oder ob ein Theil derselben auch innerhalb des Eies als selbständige Zellen bestehen können, und welche Rolle sie in diesem Falle auszuführen haben. Diese Frage steht nicht nur mit der alten Frage über die morphologische Dignität des Eies, sondern auch mit der über das Verhalten des Eies bei dem Furchungsprocess und vor Allem mit der von His in der letzten Zeit gegründeten Lehre vom Nebenkeime und von den parablastischen Anlagen in engem Zusammenhange, lauter wichtige Principienfragen, deren endgültige Lösung vor der Hand das nächste Ziel der Forschung auf diesem speciellen Gebiete ausmacht.

Ohne mich auf eine vollständigere Darstellung der geschichtlichen Entwicklung dieser Fragen einzulassen, was hier allzu weitläufig würde, will ich mich darauf beschränken, den gegenwärtigen Standpunkt derselben kurz anzugeben. Das Säugethierei wurde, seit es zum ersten Male im Lichte der Schwann'schen Zellenlehre betrachtet ward, stets als eine einfache Zelle aufgefasst, während das Vogelei hingegen, von demselben Gesichtspunkte aus betrachtet, stets ein Gegenstand des Streites war, indem einige Forscher — R. Wagner, Leuckart, Klebs, Gegenbaur, Kölliker, Eimer u. A. — abgesehen von zahlreichen, weniger wesentlichen Verschiedenheiten in ihrer Auffassung, das Ovarialei der Vögel dem Säugethiereie gleichstellten, im Gegensatze zu Andern — Meckel v. Hemsbach, Allen Thomson, Ecker u. A. — die da meinten, dass nur die Cicatricula in dem reifen Vogelei dem Säugethierei entsprechen, und dass der Dotter im Uebrigen ein Erzeugniss des Follikelepithels sei. Sich diesen letzteren anschliessend ist His in seiner reformatorischen Arbeit über die Entwicklung des Hühnereies bedeutend weiter gegangen, indem er bekanntlich den Nachweis zu liefern sucht, dass im Hühnerei sowohl der gelbe als der weisse Eidotter, welche zusammen den Nebendotter oder Paralecith bilden, im Gegensatz zum Hauptdotter oder Archilecith, welcher die primordiale Eizelle umfasst, von der Membrana granulosa des Graaf'schen Follikels herrühren, deren Zellen ihrerseits bindegewebartiger Natur, als ursprüngliche Leukocyten in das Primordialei eintreten und dort wohl grösstentheils allmählich so bedeutende Veränderungen erleiden, dass sie ihren Charakter als Zellen verlieren und zum Nahrungsstoff für den künftigen Embryo umgebildet werden, theilweise sich aber auch als wirkliche Zellen mit einem oder mehreren Kernen und Kernkörpern behaupten, um dann als Nebenkeim am Aufbau des Embryos theilzunehmen, wobei sie die sogenannten „parablastischen Anlagen“, d. h. das Blut nebst den

übrigen der Gruppe der Bindesubstanzen angehörenden Geweben bilden. Für His ist somit das reife Ovarialei der Vögel keine einfache Zelle, sondern vielmehr ein Organ, um nicht zu sagen ein Organismus.

Seit 1843, als Reichert[1] die wesentliche Verschiedenheit hervorhob, welche zwischen dem Inhalt der Dotterhaut bei verschiedenartigen Eiern besteht, indem dieser bei einigen Thieren, z. B bei den Säugethieren und Fröschen, ganz und gar zur Bildung des Embryos verwendet wird, bei andern aber, z. B. bei den Vögeln und Reptilien, nur zu einem geringen Theil Spaltung erleidet und direct in die Fötusanlage übergeht, während die bei weitem grössere Masse zum Nahrungsmittel dient, hat man nach ihm zwischen denjenigen Eiern, die ausschliesslich aus Bildungsdotter bestehen, und denjenigen, welche zugleich Nahrungsdotter enthalten, einen Unterschied gemacht, und dann mit Remak die ersteren die holoblastischen und die letzteren die meroblastischen genannt. Der Hauptdotter von His entspricht nun dem Begriff Bildungsdotter, wie er von den neueren Schriftstellern verwendet wurde, insofern beides die primäre, später Furchung erleidende Eizelle umfasst, aber die Ausdrücke Bildungs- und Nahrungsdotter passen nicht mehr für His und werden auch nicht ganz adaequat, nachdem er gefunden, dass auch ein Theil des weissen Dotters, welcher zu dem Nahrungsdotter Reichert's gehört, als „Nebenkeim“ an der Bildung des Embryos theilnehme.

His' Lehre führt also in der That in vielen Beziehungen eine vollständige Umgestaltung der bisher herrschenden Auffassung von der Natur und den Eigenschaften des Eies herbei. Sie ist auch auf einen sehr compacten und einstimmigen Widerstand gestossen, welcher sich gegen die sämmtlichen von His aufgestellten neuen Sätze wendet und der vor Allem darauf hinausläuft, die Einheit des Eies zu retten.

In der Darstellung der Eibildung im Thierreiche, welche Hubert Ludwig neulich veröffentlichte, und die sich hauptsächlich auf eine kritische Zusammenstellung von den Ansichten der vorhergehenden Schriftsteller gründet, aber auch einige eigene Beobachtungen darbietet, hält es der Verfasser für eines seiner wichtigsten Resultate, die allgemeine Gültigkeit des Satzes dargelegt zu haben, dass das Ei vom Anfang bis zu seiner vollen Reife eine einfache Zelle sei. Die Aufstellung His' von einem Haupt- und einem Nebendotter lehnt Ludwig ab, da sie unmöglich consequent durchzuführen sei, und er sagt: „Der Satz hingegen, den wir vertreten, lässt sich auf alle thierischen Eier anwenden

[1] K. B. Reichert. *Beiträge zur Kenntniss des Zustandes der heutigen Entwicklungsgeschichte.* Berlin 1843.

und lautet: Alle im Protoplasma der Eizelle auftretenden Dotterelemente, welche Form sie auch haben mögen, sind entstanden durch die Lebensthätigkeit der Eizelle, nicht aber ausserhalb der Eizelle producirt und dem Ei apponirt" — ein Satz, welcher gleich dem vorhergehenden über die Eigenschaft des Eies als einer einfachen Zelle eigentlich von Gegenbaur herrührt und welchem die meisten Schriftsteller beipflichten, ohne sich an die unüberwindlichen Schwierigkeiten zu kehren, welche er darbietet, sobald man zu erklären versucht, wie es bei dem starken und zugleich schnellen Wachsthum des Vogel- und Fischeies zugehe.

Einen gleichsam vermittelnden, aber zugleich recht schwankenden Standpunkt dieser Frage gegenüber behauptet Waldeyer. Er betrachtet den Nebendotter des Vogeleies als ein Erzeugniss des Follikelepithels, ursprünglich in der Weise entstanden, dass von den gegen die Eizelle gerichteten Enden, welche sich in feine Protoplasmafädchen auflösen, kleine Körnchen sich ablösen und in das Ei eintreten, wo sie aufschwellen und so vergrössert werden. Der Nebendotter enthält somit keine Zellen; er bildet jedoch eine durch Apposition entstandene Substanz, für welche der Kern der Eizelle kein dominirendes Centrum ausmacht. Das Vogelei ist deshalb keineswegs eine einfache Zelle, sondern ein zusammengesetzes Gebilde; in diesem Complex aber ist keine andere Zelle als die ursprüngliche, die Primordialzelle, enthalten. Um eine durchgängige Einheit und Gleichförmigkeit zu gewinnen, ist Waldeyer geneigt, diese Anschauungsweise auch auf das Säugethierei auszudehnen, er kann aber keine nennenswerthen Gründe für die Annahme, dass auch das Säugethierei einen Nebendotter enthalten sollte, beibringen.

Origineller und interessanter ist die Auffassung vom Bau des Säugethiereies, wozu Ed. v. Beneden durch seine Untersuchungen, vorzugsweise bei einigen Würmern, gelangt ist. Nach dieser soll jedes Ei aus zwei Elementen, nämlich der eigentlichen Eizelle (Protoplasma) und dem Nahrungsstoff oder Deutoplasma bestehen. Letzteres wird bei einigen niedrigeren Thieren, z. B. Trematoden, Cestoiden u. a. in besonderen Organen (Deutoplasmigène, Dotterstock) erzeugt und vereinigt sich mit der Eizelle entweder in Form von gut erhaltenen, abgelösten Epithelzellen oder als eine aus derartigen Zellen hervorgegangene formlose Masse, um ein vollständiges Ei zu bilden. Bei den höheren Thieren, wie bei den Säugethieren und Vögeln, wird das Deutoplasma innerhalb der Eizelle, welche das Material aus dem Blute schöpft, verarbeitet; bei Crustaceen u. a. geht es ebenso zu, nur dass das Deutoplasma nicht an derselben Stelle im Ovarium, wie die Eizelle selbst entsteht. Van Beneden's Deutoplasma wird insofern etwas Anderes als der Nahrungs-

dotter Reichert's, da es auch „die nutritiven" Elemente umfasst, welche sich im Protoplasma der Cicatricula angehäuft finden. Von der Unterscheidung der Schriftsteller zwischen Bildungs- und Nahrungsdotter will v. Beneden nichts wissen, theils weil sie sich auf keine anderen Eier, als die, welche nach demselben Typus wie das Vogelei gebaut sind, anwenden lassen, und theils aus dem Grunde, weil sie sich nur auf das reife Vogelei und die Verwandlungen desselben, aber nicht auf die Bildungsweise des Eies beziehe.

Am Säugethierei lässt v. Beneden das Deutoplasma von vornherein vorhanden sein und aus den Dotterkörnern bestehen; er sagt, dass es keinem Zweifel unterliege, dass diese nicht im Innern der protoplasmatischen Eizelle selbst entstehen, welche von derselben Nahrungsflüssigkeit umspült wird, die alle andern Gewebe durchdringt: „il (l'oeuf) peut puiser dans ce liquide les matériaux dont il a besoin pour élaborer ces matières nutritives, tout comme une cellule salivaire puise dans le liquide nourricier les matières premières dont elle doit former son produit" — ein wahrlich schwacher Beweis für eine so positive Behauptung. Dass die Dotterkörner nutritive Elemente für den zukünftigen Embryo sind, davon ist auch v. Beneden vollständig überzeugt. Erstens kommen unter ihnen kleine Fettblasen vor und das Fett sei offenbar ein Nahrungsstoff. Ferner sei es nunmehr erwiesen, dass diese Körner dieselben Elemente seien, welche im Vogelei eine höhere Entwicklung erlangt haben und die Blasen bilden, woraus der Dotter grösstentheils bestehe; und endlich seien sie allen ihren Charakteren, sowohl den physischen als chemischen nach denjenigen Elementen analog, welche bei den niedrigeren Thieren im Vitellogène gebildet werden. Die angeführten Gründe erscheinen mir indessen höchst unsicher, denn erstens hat noch Niemand den Nachweis geliefert, dass ein Theil der Dotterkörner im Säugethierei wirklich Fettblasen sind, was wahrscheinlich noch unthunlich ist, zumal wenn sie, was meines Wissens auch in keiner Weise erwiesen ist, mit den Dotterkugeln im Vogelei identisch sein sollten; und endlich macht es v. Beneden's eigene Darstellung von dem im Vitellogène erzeugten Product statthaft, die vollkommene Uebereinstimmung zwischen diesen Elementen und den Dotterkörnern in den Säugethiereiern hinsichtlich ihrer physischen Eigenschaften zu bezweifeln, und was die chemischen betrifft, so glaube ich nicht, dass etwas darüber bekannt ist.

Wären die Dotterkörner im Säugethierei wirklich mit den Kugeln identisch, welche den Dotter im Vogelei construiren, so würden sie wohl nicht an der Furchung des Eies theilnehmen. Dass sie, wie v. Beneden meint, allmählich verschwinden, um die Embryonalzellen zu ernähren,

ehe noch das Ei Nahrungsstoffe vom Mutterorganismus empfangen habe, ist ja in der That nur eine Redensart.

Kurz, es scheint mir, als wenn v. Beneden der Theorie gemäss, wozu ihn seine Untersuchungen über die Bildung und Zusammensetzung des Eies bei den niedrigeren Thieren führten, das Vorhandensein eines besonderen Nahrungsstoffes auch im Säugethierei vorausgesetzt hätte, anstatt dasselbe durch entscheidende Beobachtungen nachzuweisen, und dass der Begriff, den er dem Worte Deutoplasma beilegt, in dem Thatsächlichen einer genügenden Stütze entbehrte.

Die Richtigkeit der Auffassung v. Beneden's von der Eibildung bei den Würmern angenommen, so würde ich eine Analogie zwischen dem Verhältnisse der Deutoplasmazellen bei diesen und demjenigen der Granulosazellen bei den höheren Thieren sehen.

In der neulich erschienenen zweiten Auflage seiner Entwicklungsgeschichte unterscheidet Kölliker zunächst einfache und zusammengesetzte Eier. Erstere seien solche, welche einer einzigen Zelle entsprechen und deren Bildungs- und Nahrungsdotter zusammen — primärer Dotter — den Zelleninhalt repräsentiren; bei den letzteren hinwieder komme ein secundärer Dotter hinzu, welcher die Rolle des Nahrungsdotters versehe und seinen Ursprung entweder in besonderen Organen oder in besonderen Zellen des Eierstockes habe. Die einfachen Eier seien theils holoblastisch, theils meroblastisch; als Typus der ersteren könne das Säugethierei, als Typus der letzteren das Vogelei gelten.

Aus dem Vorhergehenden erhellt, dass die Auffassungen von Gegenbaur und His fortwährend sich schroff gegenüberstehen, und dass die Art, wie man bisher zu Werke ging, um eine Gleichstellung des Säugethier- und Vogeleies — der beiden äussersten Repräsentanten je ihres Typus — herbeizuführen, noch nicht mit vollständigem Erfolg gekrönt wurde, weil man, was den Nebendotter des Säugethiereies betrifft, nur Hypothesen gehabt, ohne dafür eine sichere factische Unterlage liefern zu können. Alles spricht fortwährend für die Eigenschaft des Säugethiereies eine einfache Zelle zu sein, und sollte dies wirklich unbedingt der Fall sein, so wäre die Auffassung His' vom Hühnerei, als einem Zellencomplex, ganz gewiss ziemlich unwahrscheinlich, wenn es auch erwiesen wäre, dass das Ei mittelst eingewanderter Granulosazellen ernährt wird und His also in diesem Punkte vollständig Recht behielte. Sollte es hingegen nachweisbar sein, dass eingewanderte Granulosazellen im Innern des Säugethiereies, wenn auch in geringer Menge, eben in dem Augenblick existiren, als dies das Ovarium verlässt und in die Tuba aufgenommen wird, wo seine Befruchtung und Furchung unmittelbar bevorstehen, so dürfte die Sache sich anders stellen, und damit wäre es auch entschieden, dass es im

Säugethierei, wenigstens bei einer gewissen Entwicklungsstufe, etwas gäbe, was dem Nebendotter des Hühnereies entspräche; und es wäre zugleich die Möglichkeit vorhanden, dass diese Zellen die Rolle eines Nebenkeimes, wie sich ihn His denkt, versähen.

Bekanntlich erscheint an Säugethiereiern, welche aus der Tuba genommen wurden, der Dotter immer zusammengezogen und von der Zona durch einen mit einer klaren und durchsichtigen Flüssigkeit ausgefüllten Zwischenraum getrennt. Gewöhnlich hat man diese Erscheinung mit der Befruchtung in Verbindung gebracht, allein ohne Zweifel mit Unrecht, denn ich habe beobachtet, dass sie eben so bestimmt an unbefruchteten als an befruchteten Eiern hervortritt. Eine Erklärung dieser Erscheinung war bis jetzt nicht gefunden. Dass die Flüssigkeitsschicht, wie Pflüger muthmasst, durch eine Lösung der Grenzschicht des Dotters entstanden sein sollte, entbehrt jedes Grundes. Die Erscheinung scheint mir vielmehr ganz einfach darauf beruhen zu können, dass das Ei in ein anderes Medium und unter andere Druckverhältnisse gekommen ist.

Dass ein oder mehrere, öfters zwei, kleine zellenähnliche Körper während einiger Zeit in diesem Raum zwischen der Zona und dem Dotter constant zu finden sind, habe ich meines Theils lange nicht zuerst beobachtet. Alle, die nach Barry sich mit Tubareiern beschäftigt — es sind deren allerdings nicht Viele — haben sie wie er gesehen, beschrieben und auch abgezeichnet, z. B. Bischoff, Coste, Reichert und zuletzt v. Beneden. Allein lange bevor noch Barry solche Körper im Säugethierei fand, waren sie aus den Eiern mehrerer Mollusken und anderer Evertebraten bekannt, und ebenso wie die embryologischen Forschungen an Ausdehnung gewannen, mehrte sich auch die Zahl der Eier, in welchen sie aufgefunden wurden, so dass man bald genug zu der Einsicht kam, dass sie ein sehr allgemeines Vorkommen hatten, weshalb man ihnen eine durchgreifende Bedeutung beilegte und ihnen keine geringe Aufmerksamkeit widmete. Sie erhielten unterdessen verschiedene Benennungen, als: blasenförmige Körper, weisse Bläschen, runde Kugeln, granulirte Körner, Zellen u. s. w., bis Fr. Müller[1] 1848 ihnen den Namen Richtungsbläschen gab. Anfänglich brachte man (Bischoff, Lovén[2] u. A.) ihre Bildung mit dem Verschwinden des Keimbläschens in dem vollreifen Ei in Verbindung, und nahm an, dass die Richtungs-

---

[1] Friedrich Müller. Zur Kenntniss des Furchungsprocesses im Schneckenei im *Archiv für Naturgeschichte*, herausgegeben von Erichson. 14. Jahrg. 1. Bd. Berlin 1848.

[2] S. Lovén. Bidrag till kännedomen om utvecklingen af Mollusca Acephala Lamellibranchiata, in den *Acten der königl. schwed. Akademie der Wissenschaften*. Stockholm 1848.

bläschen entweder aus der aus dem Ei ausgeschiedenen Keimblase oder aus dem Keimflecke bestehen, und dass sie jedenfalls einen bedeutenden Einfluss auf die Furchung ausüben, die nach Fr. Müller eben von der Seite ausgehen soll, wo die Richtungsblase gelegen ist. Diese Meinung wurde jedoch nicht von Allen getheilt, denn Rathke[1] sprach ihnen jegliche Bedeutung für das Leben und die Entwicklung des Eies ab und hielt dafür, dass sie einfach Klumpen seien, welche sich von der Dottersubstanz bei deren Zusammenziehung gelöst haben und aus dem hyalinen Bindemittel derselben bestehen. In einem besonderen, diesen kleinen Körpern gewidmeten Mémoire legt ihnen Robin[2] den Namen globules polaires bei und lässt sie bei Muscheln und Anneliden durch eine Art „Gemmination" auf Kosten der Hyalinsubstanz des Dotters entstehen. Ihre Bildung soll nach ihm eine Vorbereitung für den Furchungsprocess und also von grossem Gewicht sein; nachdem sie aber einmal gebildet sind, bleiben sie den Erscheinungen, die sich in ihrer unmittelbaren Nähe vollziehen, vollkommen fremd, bis sie endlich bei der Furchung des Eies zusammen mit der Dotterhaut verloren gehen. Für meinen Theil habe ich mir einige Stellen an den Tafeln besonders gemerkt, wo die globules polaires als deutliche kernhaltige Zellen abgezeichnet sind.

Bei den Evertebraten sind diese Körper von vielen anderen Forschern beobachtet worden, wie aus Angaben bei den oben genannten Schriftstellern zu ersehen. Uebrigens führt Newport in der dritten Serie seiner Untersuchungen über die Befruchtung der Amphibieneier in *Philos. Transact.*, 1854, T. II, eine Menge Literatur an, welche sich auf jene Körper bezieht, dadurch veranlasst, dass er sie selbst in Eiern der Frösche angetroffen. Indessen ist es Niemand gelungen, ihnen etwas näher auf die Spur zu kommen.

Was die Auffassung vom Verhältniss dieser Körper bei den Säugethieren betrifft, so hatte Barry, der sie vollständig verkannte, keine Schwierigkeit das Entstehen derselben zu erklären, da er sie als unverbrauchten Rückstand der Zellen betrachtet, welche nach seiner Ansicht das Ei ausfüllen, ehe die grösseren oder eigentlichen Furchungskugeln auftreten und auf deren Kosten die letzteren sich entwickeln. Bischoff[3] war anfangs geneigt, sie als aus dem Keimfleck entstanden und für den Furchungsprocess bedeutungsvoll zu betrachten, sah sich aber bald veranlasst, diese Ansicht aufzugeben, ohne dass er mit Bestimmtheit eine

---

[1] H. Rathke. Zur Kenntniss des Furchungsprocesses im Schneckeneie, in *Erichson's Aschiv f. Naturgesch.* Bd. 14. 1848. S. 157.

[2] Ch. Robin. Mémoire sur les globules polaires de l'ovule, in *Journal de la Physiologie de l'homme et des animaux.* Avril 1862. No. XVIII.

[3] Bischoff. *Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens.* Giessen 1852.

andere annehmen konnte, weil man für sämmtliche verschiedene Meinungen positiver Gründe ermangelte. Am nächsten neigt er sich doch zu der Auffassung Rathke's hin, obgleich das regelmässige Auftreten ihm gegen eine völlige Bedeutungslosigkeit zu sprechen scheint. Wie bereits erwähnt, beschreibt Bischoff diese Körper, welche er zu zweien im selben Ei angetroffen, als runde, durchsichtige, feingranulirte oder schwachgranulirte, nennt sie aber auch geradezu Zellen mit blassem Kern, und gibt ihren Durchmesser zu 0·013—0·018 ^{mm} an. Reichert[1] glaubt auch nicht, dass diese durchsichtigen, scharf, aber nicht dunkel contourirten Körper von 0·012 ^{mm}, welche er im Ei des Meerschweinchens gesehen, über deren Schicksal er aber übrigens nichts weiss, von Gewicht seien, da sie bisweilen fehlen und in anderen Fällen in ungleicher Zahl und mit wechselnder Grösse auftreten. Aus der Wortstellung bei v. Beneden in seinen *Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf* vom Jahre 1870, könnte man schliessen, er nehme an, dass sie vom Dotter ausgehen, ob er gleich vermeidet, sich weiter darüber auszusprechen. Er sagt: C'est aussi à cette époque — que le globe vitellin laisse échapper une et plus généralement deux vésicules transparentes etc. In Folge ihres constanten und verbreiteten Auftretens hält er dafür, dass sie eine wichtigere Rolle auszuführen haben. Was aber das für eine Rolle sei, das ist, sagt er, noch heutigen Tages ein vollständiges Räthsel.

Dies Räthsel meint indess Oellacher[2] gelöst zu haben. Allein erstens ist die Art und Weise, wie dies erfolgt sein soll, wenig geeignet ein besonderes Vertrauen einzuflössen, und zweitens ist die Lösungsformel selbst nichts anderes als die alte Geschichte vom Ursprung dieser Körper aus den vom Dotter ausgestossenen Keimbläschen, obgleich Oellacher selbst anzunehmen scheint, dass er eine neue Entdeckung proclamirt habe. Durch Untersuchungen an Forelleneiern meint er den Entwicklungsgang dieses Processes erforscht zu haben. Gegen die Zeit der Reifung des Eies sei das Keimbläschen unmittelbar an der Peripherie des Dotters gelegen und zeige an seinem äussersten Theil eine kleine Oeffnung, die sich allmählich erweitere, wobei die Membran und der Inhalt des Keimes sich immer mehr von einander lösen, so dass eine wirkliche Cavität entstehe, deren Wand aus der Membran bestehe, während der Inhalt in Form einer Kugel auf dem Boden derselben liege. Je nachdem die Oeffnung grösser wird, werde die Tiefe der Höhlung

---

[1] Reichert. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens in den *Abhandlungen der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, aus dem Jahre 1861.

[2] Joseph Oellacher. Beiträge zur Geschichte des Keimbläschens im Wirbelthierei in *Max Schultze's Archiv f. mikrosk. Anatomie.* Bd. 8. 1872.

vermindert, so dass die Cavität zuletzt vollkommen geebnet, und ihr Boden vielmehr etwas erhöht sei. Die Membran des Keimbläschens bekleide nun einen Theil des Keimes als eine besondere Schicht. Der Inhalt hingegen sei in den zwischen dem Dotter und der Eikapsel befindlichen Raum hinausgetrieben; allein nun tritt eben die Fatalität ein, dass Oellacher daselbst nie eine Spur davon hat entdecken können. Ihm erscheint dies jedoch ganz natürlich, da die gesuchte Kugel oder die Kugeln verloren gehen müssen, sobald die Eikapsel eröffnet werde.

Dass diese Verhältnisse, welche Oellacher am Ei der Forelle wahrgenommen, von allgemeiner Bedeutung und im ganzen Thierreiche vorhanden sind, das ist für Oellacher a priori gegeben, und er bringt auch aus der Literatur mehrere angebliche Stützen für die Richtigkeit dieser Annahme. Was das Säugethierei besonders anbetrifft, so ist er der Ansicht, dass die an diesem von Bischoff beobachteten Richtungsblasen nichts als das aus dem Ei ausgetretene und zertheilte Keimbläschen sein könne, und zwar einzig und allein auf Grund seiner eben erwähnten Untersuchungen von Forelleneiern, an welchen jedoch weder er noch sonst Jemand derartige Körper gesehen hat. Er verweist unter anderm auf einen von Bischoff[1] gemachten Fund von Eileitereiern beim Hunde, und findet eine Bestätigung seiner Meinung darin, dass die Richtungsblase in diesem Ei einen Kern hatte, legt aber dem Umstande kein Gewicht bei, dass die nämliche Blase nur halb so gross wie ein Keimbläschen war und dass sie in diesem Falle allein war. Oellacher macht sich übrigens des Irrthums schuldig, dass er in Betreff der Deutung der Richtungsblasen Bischoff zwischen den Meinungen Lovén's und Rathke's schwanken lässt, während die Sache sich so verhält, dass Lovén, als er seinen Aufsatz über den Gegenstand schrieb, der damals von Bischoff gehuldigten Ansicht beipflichten zu müssen glaubte; ein um so bezeichnenderer Irrthum, als Oellacher die Arbeiten dieser beiden Forscher citirt.

Ferner beruft sich Oellacher auf Ed. v. Beneden, erlaubt sich aber dabei so zu verfahren, dass er von einem von v. Beneden beschriebenen und abgebildeten Ei sagt: „Der Dotter erscheint rings von der Zone zurückgezogen, an einer Stelle aber etwas weiter. An dieser Stelle tritt soeben aus dem Ei ein kleines Bläschen mit einem Kern aus, ein anderes eben so grosses liegt noch im Dotter, nahe an dessen Oberfläche“, während v. Beneden's eigene Worte so lauten: „Un espace peu considérable s'étendait entre le vitellus et les enveloppes; dans le

[1] Th. L. W. Bischoff. *Entwicklungsgeschichte des Hundeeies.* Braunschweig 1845.

liquide transparent qui remplit cet espace, les globules polaires étaient au nombre de deux.“ [1] Es ist doch kaum anzunehmen, dass Oellacher nicht eingesehen haben sollte, dass, als das betreffende Ei abgezeichnet wurde, die eine Richtungsblase sich am Aequator des Eies befand und die andere ein Stück näher an dessen Pol, weshalb sie sich natürlich im Sehfelde des Dotters zeigen musste. Dass sie frei im Raume zwischen dem Dotter und der Zona lag, davon hatte v. Beneden sich zweifellos überzeugt, was sich natürlich mit Leichtigkeit dadurch thun liess, dass er die Lage und Stellung des Eies etwas änderte.

Allein auch v. Beneden, welcher bei der Veröffentlichung seines eben berührten Werkes (*Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf*) keinerlei Erklärung der in Rede stehenden Körper hatte finden können, spricht später in seiner *Communication préliminaire* über die Reifung und die frühesten Verwandlungen des Kanincheneies die Meinung aus, dass sie vom Keimbläschen herrühren. Dieses enthalte nämlich ausser dem Keimflecken und einer klaren Flüssigkeit auch zwei bis drei kleine abgerundete Körper — Pseudonucleolen — und eine granuläre Substanz — Nucleoplasma — welche oft die Form eines Reticulum habe. Im reifen Ei liege das abgeplattete Keimbläschen dicht an der Zona pellucida, mit dem ebenfalls abgeplatteten Keimflecke an seine Membran gelöthet, da wo diese die Zona berühre. Die Membran des Keimbläschens verdünne sich immer mehr und schwinde endlich; das Nucleoplasma habe indess in Verbindung mit den Pseudonucleolen eine mehr oder weniger scharf abgegrenzte granuläre Substanz erzeugt — corps nucléoplasmique — während der Keimfleck sich zusammengezogen und eine elipsoide Form angenommen habe — corps nucléolaire. — Es seien diese beiden letztgenannten Körper, corps nucléoplasmique und corps nucléolaire, welche, nachdem sie beim Platzen des Keimbläschens frei geworden sind, und der Dotter sich gleichzeitig von der Zona zurückgezogen hat, unter dem Namen von Richtungskörpern in der umgebenden Flüssigkeit frei herumschwimmen. Der geschilderte Process finde unabhängig von der Befruchtung statt, während das Ei sich noch im Ovarium befinde. Die Richtungskörper seien also unter sich von verschiedener Zusammensetzung und Bedeutung, was auch daraus hervorgehe, dass der corps nucléolaire vom Pikrocarmin roth gefärbt werde, aber nicht so der andere. Welche Rolle diese Körper dann auszuführen

---

[1] Der angeführte Satz findet sich Seite 183 in v. Beneden's vorher citirter Arbeit und ist von mir mit insofern veränderter Interpunction wiedergegeben, als das Semikolon, das hier oben vor dem Worte *dans* steht, im Originaltexte fehlt und statt dessen hinter den Worten *cet espace* vorkommt.

haben, lässt v. Beneden unerörtert. In Bezug auf diese Darstellung möchte ich übrigens nur bemerken, dass sie nothwendig erfordert, dass die Richtungskörper immer zwei sein müssen, und dass ihr Aussehen mit der Beschreibung von corps nucléolaire und corps nucléoplasmique, wie aus van Beneden's eigenen Zeichnungen erhellt, nicht übereinstimme.

Der Schluss, den man mit Grund aus dem, was die Literatur über die Richtungsblasen im Säugethierei enthält, ziehen könnte, scheint mir darauf hinauslaufen zu müssen, dass diese vollkommen das Aussehen von kernhaltigen Zellen haben, wie sie auch beschrieben, genannt und gedeutet sein mögen; denn dies zeigen sowohl Coste's als v. Beneden's schöne Abbildungen mit völliger Bestimmtheit. Auch Bischoff's Zeichnungen streiten nicht dagegen, wenn man sich vergegenwärtigt, wie die das Ei umgebenden Granulosazellen an der nämlichen Figur wiedergegeben sind. Dass man Anstand nahm, sie ohne Umschweife als Zellen zu bezeichnen, ist leicht begreiflich, da man ja keine Möglichkeit sah, das Vorkommen solcher Zellen im Innern des Säugethiereies, das in seiner Gesammtheit als eine einfache Zelle betrachtet wurde, zu erklären.

Nachdem es mir indessen gelungen ist, den Nachweis zu liefern, dass Zellen wirklich in die Ovarialeier des Säugethieres einwandern, so ist dadurch zugleich das Vorkommen der freien Zellen in den Tubareiern erklärt. Und da diese letzteren Zellen denen vollkommen ähnlich sehen, welche ich zwischen der Zona und dem Dotter vom Ovarialei habe frei liegen sehen, so liegt hierin ein fernerer Beweis für die Identität der in Rede stehenden Zellen. Es kann somit ohne Zweifel als hierdurch erwiesen betrachtet werden — erstens, dass die sogenannten Richtungsblasen oder globules polaires im Säugethiereie, welche jedem Versuch einer Deutung so lange und so hartnäckig widerstanden haben, eingewanderte Granulosazellen sind — und zweitens, dass das Säugethierei bei seinem Eintritt in die Tuba ausser dem Dotter auch noch ein zweites Element enthält, das aller Wahrscheinlichkeit nach dem Nebendotter des Vogeleies entspricht und das möglicherweise die Bedeutung eines Nebenkeimes hat.

Ueber den Einfluss des Luftdruckes auf den Zusammenhalt der Gelenke.

Von

Dr. van Braam-Houckgeest
in Amsterdam.

In ihren *Untersuchungen über die Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge*, Göttingen 1836, lenkten die Gebr. Weber die Aufmerksamkeit von Anatomen und Physiologen auf den Luftdruck, als Ursache des dauernden Contactes der Gelenkoberflächen.

Sie zeigten für das Hüftgelenk experimentell, und ihre Experimente wurden nachher oftmals mit gleichem Erfolge wiederholt, dass, nach Durchschneidung der Muskeln und der Gelenkkapsel, der Contact der Gelenkoberflächen erhalten bleibt, selbst dann, wenn das herabhängende Glied mit seiner ganzen Schwere strebt, denselben aufzuheben; die Aufhebung des Contactes gelingt nur, wenn die Pfanne durchbohrt wird und damit die hermetische Verschliessung der Gelenkhöhle zerstört ist. Unter diesen Bedingungen versagt das Labrum cartilagineum den Dienst als Ventil, und die Schwere des Gliedes macht den Gelenkkopf die Pfanne verlassen. Bringt man den Kopf in die Pfanne zurück und verschliesst man das Bohrloch genau, so bleibt der wiederhergestellte Contact bestehen.

Die Gebr. Weber folgerten aus diesem Grundversuche, dass der Luftdruck ohne andere Hülfsmittel genügt, die Gelenkoberflächen mit einander in Berührung zu erhalten; Niemand erhob Zweifel gegen diese, auf unzweideutigen Versuchen und streng physikalischer Argumentation fussende Lehre; im Gegentheil, was für das Hüftgelenk durch den Versuch bewiesen war, wurde ohne Versuch auf alle anderen Gelenke ausgedehnt, und zwar deshalb, weil in allen dieselbe Hauptbedingung: hermetische Schliessung, erfüllt war.

Zwar drohte die Gefahr, dass die Auffindung eines genügenden Factors die Aufmerksamkeit von anderen, vielleicht mitwirkenden Factoren ablenken würde, und vielleicht muss man zugeben, dass die Gebr. Weber diese Gefahr nicht abwehrten; dennoch kann man behaupten, dass die späteren Autoren sich wohl bewusst wurden, dass auch die elastische Spannung der ruhenden Muskeln (casu quo die Kraft der sich contrahirenden Muskeln), die Spannung der Bänder, endlich auch die Adhäsion der mit Synovia benetzten Gelenkoberflächen eine Rolle spielen, wenn es gilt, den distrahirenden Kräften entgegen zu wirken. Nur wenn diese letzteren eine gewisse maximale Grenze überschreiten, sind alle diese Hülfsmittel vergebens. Niemand war erstaunt, dass auch hier mehrere Mittel zusammenwirkten zur Erreichung eines Zieles; Niemand dachte auch daran, zu untersuchen, ob vielleicht ein einziges derselben genügen würde, Alles zu leisten, und daraus die Ueberflüssigkeit, selbst die Wirkungslosigkeit der andern zu folgern.

Der Erste (soweit mir bekannt), der es versuchte, war E. Rose; in einem Aufsatze: *Die Mechanik des Hüftgelenkes* (*Reichert u. du Bois-Reymond's Archiv*, Jahrg. 1865), versuchte er zu zeigen, dass die Adhäsion genügt, um die Gelenkoberflächen in dauerndem Contacte zu erhalten und also die Rolle des Luftdruckes zu übernehmen. Er folgerte aus seinen Versuchen, zum Theil einer Wiederholung der Weber'schen, dass die letztgenannten Forscher mit Unrecht ein so grosses Gewicht auf den Luftdruck gelegt hätten.

Henke unterwarf Rose's Versuche einer scharfen Kritik, und Aeby zeigte in seinen *Beiträgen zur Kenntniss der Gelenke* (*Deutsche Zeitschrift für Chirurgie*, Jahrg. 1876) experimentell, dass nach Durchbohrung der Pfanne, nach Durchschneidung der Muskeln und der Gelenkkapsel und nach Absägung des Schenkelhalses das Anhängen eines äusserst geringen Gewichtes genügte, um Gelenkkopf und Pfanne von einander zu trennen, eines Gewichtes, viel kleiner als das des unteren Gliedes; die Adhäsion hält folglich nur einem äusserst kleinen Bruchtheile der möglichen distrahirenden Kräfte das Gleichgewicht.

Aeby zeigte nun auch experimentell für alle Gelenke der Extremitäten, dass der Luftdruck jedes Gelenk befähigt das hängende Glied zu tragen, ja selbst ein Gewicht 2—7 Mal grösser als das des Gliedes; die verschiedenen Gelenke haben also eine verschiedene Tragkraft. Das Hüftgelenk z. B. trug ungefähr 20 Kilogramm, während das Gewicht der unteren Extremität eines Erwachsenen zwischen 10 und 13 Kilogramm variirte. Immer war die experimentell ermittelte Tragkraft geringer als die aus der Grösse der Gelenkoberflächen und dem Stande des Barometers berechnete, offenbar weil nicht in allen Gelenken der

ventilartige Verschluss mit gleicher Leichtigkeit hergestellt bleibt, wenn Muskeln und Kapsel durchschnitten sind; nur beim Hüftgelenk stimmen Wahrnehmung und Rechnung ziemlich genau überein aus einleuchtenden Gründen.

Die Weber'sche Theorie überstand also siegreich Rose's Angriff; der letztere hat, soviel ich weiss, seine Ansichten nicht mehr vertheidigt.

In einem Aufsatze in dem am 15. Juli 1877 erschienenen Hefte dieses Archiv's, Seite 22—45, wird die Weber'sche Theorie wiederum angegriffen von Dr. Hans Buchner aus München. Nach den Ansichten dieses Forschers haben die Gebr. Weber nur bewiesen, dass, selbst ohne Muskeln, der Luftdruck genügt, um Schenkelkopf und Pfanne mit einander in Berührung zu erhalten; aber ihre Experimente lassen die Frage unbeantwortet, ob im lebenden Körper je die Mitwirkung der Muskeln fehlt. An diese Bemerkung, deren Richtigkeit selbst die Gebr. Weber gern zugeben würden, knüpft Dr. Buchner den folgenden Satz: Wenn es sich ergeben wird, dass die Muskeln im Stande sind das Gelenk zusammenzuhalten, so ist der Luftdruck überflüssig, ergo unthätig.

Zur Verdeutlichung seiner Meinung wendet Dr. Buchner das folgende Bild an: eine schwere Kugel ist durch eine Kette am Boden befestigt, so dass die Kette der Kugel eine geringe Bewegung gestattet. Versucht man die Kugel aufzuheben, so bietet erstens die Schwere der Kugel Widerstand, ist dieser überwunden und versucht man die Kugel noch weiter aufzuheben, dann offenbart sich der Widerstand der Kette; so auch konnte es sein „mit dem Zusammenhalt der Gelenke, „dass nämlich in allen normalen Fällen das nächste Hinder-„niss, die fixirende Muskelthätigkeit, schon für den Zusam-„menhalt hinreichend wirkte, so dass dann der Luftdruck „ohne jeden Effect bliebe.“

Man kann also, meint Dr. Buchner, bei der Frage nach den Ursachen des Zusammenhaltes des Hüftgelenkes drei Fälle unterscheiden:

1) Nur der Luftdruck ist Ursache;

2) Nur die Muskeln versichern den dauernden Contact;

3) Diese beiden Ursachen wirken zusammen; und stellt es sich heraus, dass eine dieser Ursachen hinreicht, so braucht man die Wirksamkeit der andern nicht zu zeigen.

Dr. Buchner versucht nun erstens die Antwort auf die erstere Frage zu finden: er schlägt dabei nicht den experimentellen Weg ein, sondern wendet eine Beweisführung ex absurdo an: der Luftdruck, sagt Dr. Buchner, kann nur dann Ursache des Zusammenhaltes sein, wenn der Druck im Gelenk gänzlich aufgehoben oder jedenfalls sehr viel geringer ist, als der einer Atmosphäre. In diesem Falle stehen auch die

Blutgefässe im Gelenk unter sehr geringem Druck; die Blutgefässe der Synovialflocken liegen aber sehr dicht unter der freien Oberfläche; die Gase des Blutes werden daher entweichen, bis die Spannung einer Atmosphäre wieder erreicht ist, und wahrscheinlich würden die Blutgefässe unter diesen Bedingungen bersten. Unter normalen Bedingungen sieht man von dem Allem Nichts, also besteht dieser niedere Druck im Gelenk nicht (selbst die Gelenkoberflächen würden diesen niederen Druck schwerlich aushalten, sie würden zertrümmert werden), und der Luftdruck kann also nicht die Ursache des Zusammenhaltes der Gelenke sein.

Diese anscheinend streng physikalische Beweisführung scheint mir nicht gestattet.

Man denke sich eine hohle Halbkugel, an der convexen Seite übergehend in einen hohlen Stiel; der Stiel wird mit einer gut wirkenden Luftpumpe in Verbindung gebracht, und nachdem eine dicke, elastische Membran gut über die Höhle befestigt ist, wird die Luft vollständig aus diesem abgeschlossenen Raume entfernt; in diesem Augenblicke wird die elastische Membran mit der vollen Kraft einer Atmosphäre gegen die hohle Kugeloberfläche angedrückt (man braucht eine ideale Luftpumpe, die ein vollständiges Vacuum macht, und eine ideale Membran, die nicht berstet; beides wird man mir gestatten, weil ich deren in meiner Beweisführung bedarf). Hätte man zwischen die beiden Oberflächen einen mit Flüssigkeit gefüllten Schlauch gebracht, so stände auch dieser unter dem Druck einer Atmosphäre; man würde den auf den Schlauch ausgeübten Druck vermindern können, durch ein an der Membran angehängtes Gewicht, und dieser Druck würde ganz aufgehoben in dem Augenblicke, wo das angehängte Gewicht genügte, um die Membran von der Kugeloberfläche loszureissen. An die Stelle der Hohlkugel bringe man die Pfanne, an die Stelle der Membran den luftdicht in die Pfanne schliessenden Schenkelkopf, und nun mache man ein vollständiges Vacuum: in diesem Augenblicke drückt der Schenkelkopf mit der vollen Kraft einer Atmosphäre gegen die Pfanne, auch die Blutgefässe im Gelenk stehen unter diesem Druck; nun denke man sich Gewichte am Schenkelhalse befestigt, so viel Gewicht, dass der Kopf die Pfanne verlässt: in diesem Augenblicke wird der Druck im Gelenke gänzlich aufgehoben und es drohen die von Dr. Buchner beschriebenen Gefahren. Nun zeigte aber Aeby (a. a. O.), dass das Gewicht des ganzen unteren Gliedes bei weitem nicht ausreicht, um den Kopf aus der Pfanne zu ziehen, sondern nur halb so gross ist; wenn also keine anderen Kräfte, als der Luftdruck, hier ihren Einfluss geltend machen, ist der Druck im Gelenk der einer halben Atmosphäre.

Aber Dr. Buchner selbst beweist in seinem Aufsatze, dass die elastische Spannung der nicht durch den Willen contrahirten Schenkelmuskeln (in tiefster Chloroformnarkose) hinreichend ist, um die Gelenkoberflächen mit einander in Contact zu erhalten, mit andern Worten, dass sie hinreicht, um die Schwere des herabhängenden unteren Gliedes aufzuheben: ergo ist der Schenkelkopf unbelastet und der Luftdruck presst den Schenkelkopf mit der vollen Kraft einer Atmosphäre gegen die Pfanne; auch die Blutgefässe im Gelenk stehen, unter diesen Bedingungen, unter dem Druck einer Atmosphäre. Dieser Druck wird variiren bei den Bewegungen des Gliedes, wobei es jeden Augenblick in andere Stellungen gebracht werden kann, und diese Druckschwankungen sind ohne Zweifel von der höchsten Wichtigkeit für die Absonderung, Bewegung und Erneuerung der Synovia, also für die normalen Functionen des Gelenkes. Also kann es Dr. Buchner nicht gestattet werden, bei seiner Beweisführung ex absurdo a priori anzunehmen, ein geringer Druck im Gelenk sei die conditio sine qua non, um dem Luftdruck seine Wirksamkeit für den Zusammenhalt der Gelenke zu vindiciren. Im Gegentheil, er hätte experimentell ermitteln sollen, wie gross der Druck im Gelenk eines lebenden, normalen Thieres in tiefer Chloroformnarkose sei, und welchen Einfluss die Durchschneidung der Muskeln auf diesen Druck ausübe; diese Versuche hätten ihn gewiss zurückgehalten, die Bedeutung des Luftdruckes für den Zusammenhalt der Gelenke zu negiren.

Selbstverständlich braucht man, nach den Ermittelungen Aeby's, nicht einmal solche Versuche; und meine Argumentation, die sich, wie ich glaube, überall an die Thatsachen hält, fusst auch nur auf bekannten physikalischen Gesetzen, auf den Resultaten von Aeby's Versuchen, und für den Einfluss der Muskeln auf den Versuchen von Dr. Buchner selbst.

Dr. Buchner's Satz: Wenn gezeigt werden kann, dass die Muskeln hinreichen, um den Contact der Gelenkoberflächen zu erhalten, ist der Luftdruck überflüssig und deshalb wirkungslos, — scheint mir vollkommen ungerechtfertigt, und sein oben citirter Vergleich hinkt, wenigstens meiner Meinung nach.

Die Kugel wird in ihrer Lage erhalten durch die Schwere und durch die Kette, die letztere macht ihren Widerstand nur unter bestimmten Bedingungen geltend.

Die Gelenkoberflächen werden in ihrer Lage erhalten durch den Luftdruck und durch die elastische Spannung der Muskeln. Die Mitwirkung des Luftdruckes ist physikalisch gegeben so lange die Luft Schwere hat, das Gelenk hermetisch geschlossen ist, die Gelenkoberflächen mit einander in Berührung sind und keine Luft sich im Gelenke vor-

findet, d. h. so lange alle diejenigen Bedingungen erfüllt bleiben, die im normalen, lebenden Organismus gegeben sind.

Die fortwährende Mitwirkung der letzteren hat Dr. Buchner selbst in seinem Aufsatze bewiesen (bei einem fünfjährigen Knaben mit einer Oberschenkelfractur brauchte man in tiefster Chloroformnarkose ein Gewicht von 2 Kilogramm, um dem verkürzten Gliede seine normale Länge zurückzugeben; dieser Versuch liefert ihm die Daten für die oben citirte Berechnung, woraus von Dr. Buchner gefolgert wird: die elastische Spannung der vollkommen dem Willen entzogenen Muskeln genüge, um das Gewicht des Gliedes zu tragen). Es handelt sich also hier nicht um zwei Kräfte, deren eine gebraucht, die andere vernachlässigt werden kann: beide wirken mit Nothwendigkeit zusammen zur Erreichung desselben Zieles; bei der Kugel dagegen habe ich es vollkommen in meiner Macht, den Widerstand der Kette zur Geltung zu bringen oder nicht.

Wenn nicht Alles mich trügt, hat die Weber'sche Theorie auch diesen neuen Angriff (Angriff in bonam partem, denn Dr. Buchner bleibt dem suaviter in modo überall getreu) siegreich bestanden; und die Weber'sche Vorstellung, die dem Luftdruck eine hohe Bedeutung für den Zusammenhalt der Gelenke vindicirt, ist mehr als eine Hypothese, wie Dr. Buchner meint. Diese hohe Bedeutung ist streng bewiesen durch das Experiment; und die Resultate dieses Experimentes finden eine so einfache Erklärung in bekannten physikalischen Gesetzen, dass, wie ich hoffe gezeigt zu haben, die Weber'sche Theorie von nun an auf unanfechtbarem Boden steht.

Glücklicher als E. Rose, der den Luftdruck aus seiner Stelle zu vertreiben hoffte durch ein, wie Aeby zeigte, sehr wenig wirksames Hülfsmittel: die Adhäsion, hat Dr. Buchner evident gemacht, was die meisten nach-Weber'schen Anatomen sicher glaubten, dass auch der Muskulatur eine wichtige Rolle für den Zusammenhalt der Gelenke zukommt.

Dr. Buchner entschuldigt sich bei den Physikern vom Fach (Seite 30) über seine vielleicht zu umständlichen Auseinandersetzungen mit der Bemerkung, dass es ihm klar geworden sei, dass Nicht-Physiker deren bedürfen; allein wenn ihm jene etwas übel nehmen werden, so wird es nicht diese Weitläufigkeit sein, sondern die Ungenauigkeit in der physikalischen Argumentation.

Meinerseits hoffe ich nun die Chancen für eine einseitige, teleologische Auffassung und Ueberschätzung der Bedeutung des Luftdruckes vermindert zu haben. Jeder, der die Teleologie als heuristisches Princip auf unsern Gegenstand hätte anwenden wollen, würde postulirt haben,

dass, unter normalen Bedingungen, die Gelenke zusammengehalten werden durch Kräfte, deren Anwendung ohne — oder beinahe ohne — Stoffumsatz möglich wird; und er würde sich freuen, aber nicht sich wundern, als solche gefunden zu haben: den Luftdruck und die elastische Spannung der Muskeln; der erstere besorgt den Contact der Gelenkoberflächen, die zweite beugt unter normalen Bedingungen einer, vielleicht gefährlichen, Druckabnahme im Gelenk vor; die Muskelcontraction und der Luftdruck werden den möglichen, über die Norm hinaus distrahirenden Kräften bis auf eine gewisse Höhe gewachsen sein.

Man gestatte mir noch einen Beweis, dass die oben von mir gegebene Vorstellung die wahre ist. Niemand, auch Dr. Buchner nicht, hegt Zweifel, dass, nach der ersten Respiration, der Luftdruck die äussere Lungenoberfläche angepresst hält gegen die innere Oberfläche der Pleura parietalis. Hätte Dr. Buchner Recht, so würde nur ein äusserst niederer Druck zwischen Lunge und Pleura parietalis den Luftdruck dazu befähigen können.

Dr. Buchner erwähnt nun selbst in seinem Aufsatze die manometrischen Bestimmungen, welche zeigten, dass in Cadavere, also bei tiefster Exspiration, die Lunge gegen die Pleura parietalis gepresst liegt mit einer Kraft, die nur um einige ^{mm} Hg Druck weniger beträgt, als der Druck einer Atmosphäre. Dieser negative Druck auf der Innenfläche der Pleura parietalis ist abhängig von der Elasticität der Lunge: er schwankt mit den verschiedenen Phasen der Respiration, und ist am geringsten, aber immerhin merkbar, in der tiefsten Exspiration, weil selbst dann die Lunge über das Maass ausgedehnt ist; d. h., fortwährend wird ein abwechselnd kleinerer und grösserer Theil des Luftdruckes umgesetzt in elastische Arbeit der Lunge. Nun denke man sich die Lungen als nicht-elastische, mit Luft gefüllte, und durch die Trachea mit der äusseren Luft communicirende Säcke; sofort hält der Luftdruck die äussere Lungenoberfläche mit der vollen Kraft einer Atmosphäre gegen die innere Fläche der Pleura parietalis angepresst, so wie der solide, nicht-elastische Schenkelkopf, ohne Gewicht in der Pfanne aufgehangen, mit der Kraft einer Atmosphäre gegen die Pfanne drückt. Eine richtige Schätzung der vom Verfasser selbst erwähnten Versuche hätte ihn von seiner unphysikalischen Argumentation zurückhalten sollen.

Ueber den Musculus radialis externus accessorius.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

(Hierzu Taf. XVII.)

A. Fremde Beobachtungen.

Unter dem Namen „Radialis externus accessorius" hat J. Wood[1] einen supernumerären Radialis externus aufgestellt, welchen er zuerst 1864 erwähnt und unter 175 Subjecten an 6 (5 männlichen und 1 weiblichen), beiderseitig an 3, rechtsseitig an 2 und linksseitig an 1 (weiblichen), also in neun Fällen gesehen hatte. Der Muskel hat nach Wood einen oberen starken Fleischbauch oder breiten Fleischkopf und eine lange Sehne, welche in einem Falle sogar stärker war als die des Radialis externus longus der Norm. Der Muskel nimmt von der External condyloid ridge des Humerus mit oder unter (below) dem Radialis externus longus seinen Ursprung. Er lag in einem Falle zwischen dem Radialis externus longus und dem radialen Schwanze eines Radialis externus brevis bicaudatus, welcher Schwanz sich am Metacarpale II inserirte; in den übrigen Fällen? (nicht angegeben). Die Sehne nimmt ihren Verlauf mit der Sehne

---

[1] On some varieties in human myology. — *Proceedings of the royal society of London.* Vol. XIII. London 1864. p. 301.

Additional varieties in human myology. — *Ebendaselbst.* Vol. XIV. London 1865. p. 385.

Variations in human myology. — *Ebendas.* Vol. XV. London 1867. p. 236. Fig. 4 *a.*

Variations in human myology. — *Ebendaselbst.* Vol. XVI. London 1868. p. 505—507.

des Radialis externus longus und tritt durch die Vagina des Ligamentum carpi dorsale für die Sehnen des Abductor pollicis longus (Extensor metacarpi pollicis der Engländer) und des Extensor pollicis brevis. Die Sehne inserirt sich an die Basis des Metacarpale I allein und zwar unter und gesondert von der Sehne des Abductor pollicis longus (1 Mal), oder geht in den Abductor pollicis brevis allein über, oder endet in zwei Bündel getheilt, wovon eines an die Basis des Metacarpale I sich ansetzt, das andere einem doppelten Extensor pollicis brevis Ursprung giebt; oder theilt sich 1 Zoll über ihrer Endigung in zwei Bündel, wovon das innere an eine tuberkelartige Vorragung an der Basis des Metacarpale II sich befestigt, das äussere mit einem Bündel an die Basis des Metacarpale I sich inserirt und theilweise einem Interosseus volaris — Henle — Ursprung giebt, mit dem anderen aber mit dem Interosseus externus I und dem tiefen Kopf des Flexor brevis pollicis in Verbindung steht.

Nach einer Angabe bei A. Macalister[1] hat auch Harrison einen Fall eines einfachen Radialis externus accessorius beschrieben.

Auch J. Fr. Meckel's Fall eines vom Condylus externus humeri entsprungenen Abductor pollicis longus digastricus würde hierher gehören, wenn dieser Muskel statt an die Wurzel des ersten Gliedes, an die des ersten Mittelhandknochen sich inserirt hätte.[2]

B. Eigene Beobachtungen.

Wie Anderen ist auch mir die Sehne des Abductor longus pollicis oft in zwei oder mehrere Bündel getheilt vorgekommen, wovon eines gern in den Abductor pollicis brevis übergeht und einer Portion oder einem Köpfchen des letzteren zum Ursprunge dient. Wie Andere habe auch ich in einer grossen Anzahl von Fällen den Radialis externus longus oder brevis oder beide zugleich an ihrer Sehne allein oder an dieser und dem Fleischbauche zugleich getheilt, also als an ihrer Sehne Mm. bifurcati oder als an Mm. bicaudati angetroffen. Die supernumeräre Sehne oder der supernumeräre Schwanz, welchen J. Wood[3] Radialis externus intermedius nennt, kann sich dabei an demselben Metacarpale wie der Muskel, dem er angehört, inseriren, nimmt aber gewöhnlich mit dem

---

[1] *A descriptive Catalogue of muscular anomalies in human anatomy.* Dublin 1872. p. 102.

[2] *Handbuch d. menschl. Anatomie.* Bd. II. Halle und Berlin 1810. S. 517.

[3] A. a. O. Vol. XV. 1867. p. 236.

vom Longus am Metacarpale III und mit dem vom Brevis am Metacarpale II seinen Ansatz. Haben beide Radiales externi supernumeräre Schwänze, oder sind zwei Radiales externi intermedii, d. i. ein Intermedius lateralis vom Longus und ein Intermedius medialis vom Brevis zugegen, dann pflegen sich diese zu überkreuzen. Die Sehnen derselben treten durch die Vagina des Lig. carpi dorsale für die Radiales externi.

Den Radialis externus accessorius kenne ich seit 1857, also seit 20 Jahren. Ich hatte über diesen Muskel nach seinem Funde besondere Untersuchungen nicht angestellt und begegnete ihm gelegentlich erst wieder 1876. Die drei Fälle, in welchen er mir zur Beobachtung gekommen ist, unterscheiden sich in mancher Hinsicht von jenen von Wood gesehenen Fällen, wesshalb ich im Nachstehenden deren Beschreibung liefere.

Erster Fall.

Zur Beobachtung gekommen am 20. Februar 1857 am rechten Arme eines Mannes gelegentlich der Präparirübungen.

Darüber findet sich Folgendes in meinen Jahresbüchern verzeichnet:

Ein Muskel von der Gestalt und Stärke eines schwachen Palmaris longus, welcher der untersten Portion des Radialis externus longus (dem Ursprunge nach) entspricht.

Lage. Zwischen dem Radialis externus longus und brevis.

Ursprung. Vom Condylus externus humeri und darüber vom Angulus externus desselben mit dem Radialis externus verschmolzen.

Verlauf. Zuerst mit dem Radialis externus, mit dessen Fleischbauche in einer Strecke von 5·5 cm verwachsen; dann mit seiner schmalen Sehne die Sehne des ersteren kreuzend neben dem Abductor und Extensor brevis pollicis radialwärts, ausserhalb dem Lig. carpi dorsale, nicht in einer Scheide desselben, zur Mittelhand herab.

Ansatz. Mit der schmalen Sehne an die Basis des Metacarpale I neben der Insertion der Abductor longus pollicis und zwischen dieser und der zur ersten Phalange abwärts steigenden Sehne des Extensor brevis pollicis.

Grösse. 32·5 cm lang, wovon 9·5 cm auf den Fleischbauch und 23 cm auf die Sehne kommen.

Am linken Arme fehlte der Muskel.

Zweiter und dritter Fall.

Zur Beobachtung gekommen im December 1876 an beiden Armen eines Mannes. Beide Arme aufbewahrt.

Am rechten Arme. (Fig. 1.)

Ursprung. Vom Condylus und Angulus externus des Humerus, über dem Ursprunge des Extensor digitorum communis, hinter den Radiales externi, namentlich hinter den unteren $^3/_8$ des 4 ^{cm} lang entspringenden Radialis externus longus 1·5 ^{cm} breit und fast nur sehnig.

Verlauf. In der Richtung einer spiralförmig gekrümmten Linie, und zwar mit der oberen Hälfte des Fleischbauches auf dem Radialis externus longus und zwischen ihm und dem Extensor digitorum communis, aussen von beiden isolirt, in der Tiefe aber an seinem Ulnarende mit denselben und mit dem Radialis externus brevis 4·5 ^{cm} lang verwachsen; mit der unteren Hälfte des Fleischbauches am Radialis externus longus und zwischen diesem und dem Radialis externus brevis, von beiden vollständig isolirt. Mit der Sehne, die in gleicher Höhe wie die Sehne des Radialis externus beginnt, zuerst neben dieser Sehne (*c*) auf dem Radialis externus brevis (*d*), dann die Sehne dieser beiden Muskeln und auch die des Brachioradialis (*b*) kreuzend am Radialrande des Unterarmes neben dem Abductor longus pollicis (*e*) bis zum Ligamentum carpi dorsale, hier, in der Höhe der untersten Portion des Pronator quadratus, in einer besonderen, knöchern-fibrösen supernumerären (I von der Radialseite gezählt) Vagina (*α*), welche von einer besonderen Furche am unteren Ende des Radius, die einwärts neben der Furche für den Abductor longus und Extensor brevis pollicis liegt und dem genannten Ligamentum constituirt wird, endlich an der Handwurzel neben den Sehnen der letzteren Muskeln über die Vasa radialia an der Lücke zwischen dem Sulcus radialis und der Fovea triangularis am Handwurzelrücken zum Daumenballen herab.

Endigung. In die der Sehne entgegenkommende comprimirt-kegelförmige, 1·5 ^{cm} lange, bis 8 ^{mm} breite und 2—3 ^{mm} dicke, allseitig isolirte radiale Zacke der vom einen Sehnenbogen entsprungenen starken, supernumerären Portion (*g'*) des Abductor brevis pollicis (*g*).

Grösse. Der Muskel hat eine Länge von 30 ^{cm}, wovon 12 ^{cm} ($^2/_5$) auf seinen Fleischbauch und 18 ^{cm} ($^3/_5$) auf seine Sehne kommen. Sein Fleischbauch ist bis 10—12 ^{mm} breit und bis 5 ^{mm} dick. Die platt-rundliche Sehne ist 1·5—2 ^{mm} breit und 0·5—1 ^{mm} dick.

Am linken Arme. (Fig. 2.)

Von ähnlicher Gestalt wie der Muskel am rechten Arme, aber grösserer Stärke und mit seiner langen Sehne am Metacarpale I inserirter Muskel (*a*).

Lage. Mit seinem Fleischbauche auf dem Radialis externus longus (*c*), diesen bis auf einen 1^{cm} breiten Streifen, an dessen radialem Theile, um welchen er an Breite den Accessorius übertrifft, bedeckend, und zwar am Ursprunge dessen untere drei Viertel, später dessen ulnare zwei Drittel; oben zwischen ihm und dem Extensor digitorum communis (*g*), unten zwischen ihm und dem Radialis externus brevis (*d*); mit dem Radialis externus longus am Ursprunge und dann mit seinem ulnaren Rande nach abwärts vom Condylus externus noch $5 \cdot 2^{cm}$ lang mit diesem Muskel und $4 \cdot 5^{cm}$ lang mit dem Extensor digitorum communis verwachsen. Mit seiner Sehne fast ganz so wie der Muskel des rechten Armes mit dessen Sehne.

Ursprung. Vom Condylus externus und darüber am Angulus externus humeri $2 \cdot 8^{cm}$ breit, hinter dem unteren grössten Theile des $3 \cdot 8^{cm}$ breit entspringenden Radialis externus longus, hier mit ihm verwachsen.

Verlauf. Wie der Muskel am rechten Arme, nur mit dem Unterschiede, dass für seine Sehne am unteren Ende des Radius keine besondere, von einer Rinne desselben und dem Lig. carpi dorsale gebildete knöchern-fibröse Vagina, sondern sich nur für sie in der Vagina für den Abductor longus und Extensor brevis pollicis ein oberflächliches, von dem Fache für letztere Muskeln durch eine quere fibröse Scheidewand abgesondertes Fach (α'), neben der inneren Kante der Rinne am Radius für diese Muskeln, sich vorfindet.

Ansatz. Mit seiner Sehne, nachdem diese abwärts vom Lig. carpi dorsale die Sehne des Abductor longus pollicis gekreuzt und zwischen dieser Sehne (*e*) und der Sehne des Extensor brevis pollicis (*f*) ihren Verlauf genommen hatte, an den radialen Rand des Metacarpale I; unter dessen Basis und unter dem Ansatze des Abductor longus pollicis, neben dem Rande des Abductor pollicis brevis.

Grösse. Der Muskel hat eine Länge von $33 \cdot 5^{cm}$, wovon auf den Fleischbauch 13^{cm} und auf die Sehne $20 \cdot 5^{cm}$ kommen; am Fleischbauch eine Breite von $2 \cdot 8^{cm}$ am Ursprunge und von $2 \cdot 2^{cm}$ an seiner Mitte, an der Sehne eine solche bis 3^{mm}; am Fleischbauche eine Dicke bis 8^{mm}, an der Sehne bis $1 \cdot 5^{mm}$.

C. Unterschiede zwischen Wood's und meinen Fällen.

In Wood's Fällen entsprang der Radialis externus accessorius vom Humerus mit oder unter dem Radialis externus longus; unter meinen Fällen in einem derselben unter diesem Muskel. In Wood's Fällen verlief die Sehne des Muskels durch die Vagina des Lig. carpi dorsale für den Abductor longus und Extensor brevis pollicis; in einem meiner Fälle verlief die Sehne über dem genannten Ligamente, in dem anderen in einer ganz besonderen supernumerären Vagina desselben und im dritten Falle in einem besonderen supernumerären Fache der Vagina für den Abductor longus und Extensor brevis pollicis. In Wood's Fällen inserirte sich die Sehne isolirt von jener des Abductor longus pollicis, unter dieser an das Metacarpale I (1 Mal) oder ging ganz in den Abductor brevis pollicis über, oder endete noch auf andere Weise; in zwei meiner Fälle inserirte sich der Muskel wie der Abductor longus pollicis und in dem dritten Falle ging seine Sehne in die Zacke einer supernumerären Portion des Abductor brevis pollicis über. In Wood's Fällen soll der Radialis accessorius durch seitliche Abweichung und Versetzung des als äusserer Theil (outre part) bezeichneten radialen Theiles des Radialis externus longus entstanden sein; in meinen Fällen ist es bald nur der isolirte ulnare Theil dieses Muskels, bald dessen isolirte mittlere und ulnare Rückenportion, welche den Radialis accessorius repräsentirt.

D. Bedeutung.

Nach G. L. Duvernoy[1] entspringt bei Phoca vitulina der einzeln vorkommende Radialis externus vom Condylus externus humeri und endigt in eine Aponeurose, welche sich am Metacarpale I und II inserirt.

Nach Fr. Meckel,[2] welcher Duvernoy's Angabe als unrichtig erklärt, ist bei Phoca die Sehne des Radialis externus erst an der Handwurzel in zwei Bündel gespalten, welche sich an das Metacarpale II und III inseriren.

---

[1] Recherches anatomiques sur les organes du mouvement du Phoque commune. (Phoca vitulina Lin.). — *Mém. du Museum d'hist. nat.* Tom. IX. Paris 1822. p. 68.

[2] *System der vergleichenden Anatomie.* III. Th. Halle 1828. S. 539.

Nach Fr. Rosenthal[1] endet bei Phoca hispida (und anderen Species) der vom Condylus und Angulus externus humeri mit dem Supinator longus entsprungene Radialis externus am Metacarpale I.

G. Cuvier und Laurillard[2] haben bei Phoca vitulina (Phoque commune) die Sehne des Radialis externus in zwei Bündel geendigt abgebildet, wovon das schwache und kurze Bündel zum Metacarpale I sich begibt, das starke und lange Bündel mit dem Extensor pollicis sich vereinigt.

Nach Humphry[3] ist bei Phoca die Sehne des Radialis externus in zwei Sehnen ungleicher Grösse getheilt. Die stärkere setzt sich an die Radialseite des Metacarpale II und die schwächere an die Radialseite des Metacarpale I.

Ich sehe an einem vor mir liegenden jungen Exemplare von Phoca vitulina an beiden Armen die Sehne des Radialis externus, abwärts vom Lig. carpi dorsale, in zwei Bündel getheilt. Das etwas schwächere radiale Bündel setzt sich an die Ulnarseite des Rückens der Basis des Metacarpale I und gibt ein Bündel zur Muskulatur im Interstitium metacarpeum I. Das ulnare Bündel theilt sich in zwei secundäre Bündel, wovon das schwächere und kurze radiale an das Metacarpale II sich inserirt und ein Bündel zur Muskulatur im Interstitium metacarpale I absendet, das stärkere und lange ulnare noch in zwei getheilt am Metacarpale III und IV endet.

Darnach hat fast jeder Zergliederer bei Phoca die Sehne des Radialis externus anders enden und ansetzen gesehen. Es geht daraus wenigstens hervor, dass die Insertion nicht immer dieselbe sei.

Nach J. Fr. Meckel[4] ist beim Ameisenfresser der Supinator longus in zwei Hälften: in eine obere weit längere und eine untere kürzere Hälfte getheilt. Die obere Hälfte reicht bis zur Handwurzel und setzt sich hier zwar noch an die Speiche, verliert sich aber vorzüglich in die Hohlhandsehne; die untere Hälfte geht zum vor-

---

[1] Bei C. G. Carus. *Erläuterungstafeln zur vergl. Anatomie.* Heft I. Leipzig 1826. S. 17. Taf. VII. Fig. 2. Nr. 8.

[2] *Anatomie comparée, recueil de planches de myologie.* Paris 1849. Fol. pl. 171. Fig. 1 δ.

[3] On the myology of Orycteropus capensis and Phoca communis. — *Journal of anatomy and physiology.* Vol. II. Cambridge a. London 1868. p. 306. pl. VI. Fig. 1.

[4] A. a. O. S. 534.

letzten Viertel der Speiche. Derselbe[1] hat früher die obere Hälfte in zwei Köpfe spalten lassen, wovon der kleinere an die Basis des Schwerdtbeines sich anheftet, der grössere an die Muskelsubstanz der Hohlhand sich inserirt. An einem vor mir liegenden Exemplare von Myrmecophaga didactyla endet die Sehne des oberflächlichen Supinator longus theils in der Palmaraponeurose, theils an dem mit dem rudimentären Metacarpale I articulirenden Ossiculum carpi.

Nach J. Wood's Ansicht[2] wäre, wie gesagt, der Radialis externus accessorius durch seitliche Abweichung (lateral differentiation) und Versetzung (displacement) des äusseren Theiles (outre part) des Muskels und der Sehne des Radialis externus longus hervorgebracht. Er glaubt seine Ansicht auf einen von L. Heister[3] beim Menschen beobachteten Fall eines mit drei Sehnen endigenden Radialis externus (R. e. tricornuis), wovon zwei an das Metacarpale I und die dritte an das Metacarpale II sich inserirt hatten, und auf ein der äusseren Seite (outre side) der Sehne des Radialis externus longus beim Menschen abgegebenes Bündel stützen zu können, welches er selbst bei 6 Subjecten (4 männlichen und 2 weiblichen) und zwar an 2 beiderseitig, an 3 linksseitig und an 1 rechtsseitig angetroffen hat. Das abgetrennte Bündel hat jedoch durch die Vagina des Ligamentum carpi dorsale für die Radiales externi seinen Verlauf genommen, und nicht am äusseren Theile, sondern nur am inneren Theile (inner part) des Metacarpale I oder dabei auch an das Metacarpale II sich inserirt, oder war auch in den Interosseus volaris — Henle — in den Interosseus externus I und den tiefen Kopf des Flexor pollicis brevis übergegangen.[4]

J. Wood hält das anomale Bündel der Sehne des Radialis externus longus zur Ulnarseite des Metacarpale I, welches durch die Vagina II des Lig. carpi dorsale tritt, analog seinem Radialis externus accessorius, den er durch die Vagina I desselben Ligamentes verlaufen gesehen hat. Nach ihm ist aber dem anomalen Bündel beim Menschen auch homolog das Bündel der Sehne des Radialis externus zum Metacarpale I bei Phoca und

---

[1] Anatomie des zweizehigen Ameisenfressers. — *Deutsches Archiv f. die Physiologie.* Bd. V. Halle und Berlin 1819. S. 44.

[2] A. a. O. Vol. XVI. London 1868. p. 505.

[3] Observ. medicae. (Obs. XII.) — A. v. Haller. *Disput. anat. select.* Vol. VI. Göttingen 1751. p. 737.

[4] A. a. O. p. 504—506. Fig. 6.

das von ihm bei Ornithorynchus und Echidna aufgefundene, folglich scheint ihm dieses Bündel bei diesen Thieren auch das Homologon des Musculus radialis externus accessorius beim Menschen selbst zu sein. Er geht noch weiter und findet als Homologon dieses Muskels sogar den oberflächlichen Supinator longus bei Myrmecophaga.[1]

Dass das von Wood gefundene normale Bündel der Sehne des Radialis externus longus zum Metacarpale I beim Menschen homolog sei dem beschriebenen Bündel des Radialis externus bei Phoca gestehe ich zu; dass aber dieses Bündel beim Menschen und den Thieren, welches die Vagina des Lig. carpi dorsale für die Radiales passirt und an dem Ulnarrande der Basis des Rückens des Metacarpale I sich inserirt, analog sein sollte dem M. radialis externus accessorius beim Menschen, dessen Sehne die Vagina des Lig. carpi dorsale, oder ein Fach, oder eine besondere supernumeräre Vagina desselben passirt oder über dem Ligamente hinweggeht und an den Radialrand der Basis des Rückens des Metacarpale I ganz oder theilweise sich anheftet, oder in dem Abductor brevis pollicis, wie bisweilen ein Bündel der Sehne des Abductor longus pollicis endet, bezweifle ich. Das Bündel der Sehne des Radialis externus longus zum Metacarpale I entspricht ja der Radialrandpartie dieses Muskels, der Radialis externus accessorius aber der Rückenschicht der Ulnarpartie oder der Ulnar- und Medianpartie desselben; jenes Bündel hat ferner an einer dem Ansatze des Radialis externus accessorius gegenüber liegenden Stelle, aber an derselben Stelle, wie das Bündel bei Phoca, seinen Ansatz am Metacarpale I. Wäre ferner der Radialis externus accessorius des Menschen durch das Bündel der Sehne des Radialis externus bei Phoca repräsentirt, dann müsste dieser in der Einzahl vorkommende Muskel bei sonst gleichbleibender Stärke, je nach seiner variirenden Insertionsart, an verschiedenen Exemplaren sogar einer und derselben Species dieses Thieres bald beiden Radiales externi, bald dem Radialis externus longus und R. e. accessorius zugleich, bald dem letzteren Muskel allein beim Menschen homolog sein können. Für eine Homologie des Radialis externus accessorius beim Menschen mit dem Supinator longus superficialis bei Myrmecophoga gibt es noch viel weniger Anhaltspunkte.

---

[1] A. a. O. p. 507.

Der dem Radialis externus accessorius beim Menschen homologe Muskel bei den Säugethieren ist somit noch zu finden. Nach meinen Fällen mit einfacher Endigung ist der Radialis externus accessorius ein supernumerärer, mit seinem Ursprunge auf den Humerus versetzter Abductor pollicis, und zwar in meinem ersten und dritten Falle ein Abductor longus, in meinem zweiten Falle ein Caput humerale digastricum des Abductor brevis pollicis.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Unterarmstück mit der radialen Partie der Hand der rechten Extremität eines Mannes. (Ansicht des Unterarmes von der Volar- und Radialseite und der Hand von der Dorsalseite, bei Pronation in horizontaler Lage.)

a Sehne des Musculus radialis externus accessorius.
b „ „ „ brachio-radialis.
c „ „ „ radialis externus longus.
d „ „ „ radialis externus brevis.
e M. abductor longus pollicis.
f „ extensor brevis pollicis.
g „ abductor brevis pollicis.
g' Supernumeräre Portion des letzteren.
α Supernumeräre Vagina (geöffnet) des Lig. carpi dorsale.

Fig. 2. Unterarm mit der Ellenbogenregion und der Hand der linken Extremität desselben Individuums.

a Musculus radialis externus accessorius.
b „ brachio-radialis.
c „ radialis externus longus.
d „ radialis externus brevis.
e „ abductor longus pollicis.
f „ extensor brevis pollicis.
g „ extensor digitorum communis.
α' Supernumeräres Fach (geöffnet) der Vagina für den Abductor longus und Extensor brevis pollicis des Lig. carpi dorsale.

Eine seltene Anomalie des Schildknorpels und dessen Verbindung mit dem Zungenbeine.

Von

Dr. A. Jurasz,

Privatdocenten und I. Assistenzarzt an der medicinischen Poliklinik in Heidelberg.

Bei meinen Studien über den anatomischen Bau des Kehlkopfes ist mir eine interessante Abweichung von der Form des Schildknorpels und von dessen Verbindung mit dem Zungenbeine begegnet, welche mir um so mehr einer näheren Beschreibung werth scheint, als bisher, meines Wissens wenigstens, nur Luschka in seinem Werke: *Ueber den Kehlkopf des Menschen* (S. 69. Taf. V. Fig. XIV.) eines ähnlichen Falles Erwähnung thut.

Der Kehlkopf gehörte einem erwachsenen männlichen Individuum an. Die linke Platte des Schildknorpels bot ausser einem an der Basis des oberen Hornes befindlichen, auch sonst häufig vorkommenden Foramen ganz normale Verhältnisse. Dagegen fand sich an der rechten Platte das obere Horn sehr viel kürzer, weicher und dünner, als links. Der obere Rand war auf der rechten Seite im Ganzen dicker, als auf der linken. Er stieg einerseits von der Basis des grossen Horns, andererseits von der Incisura thyreoidea sup. ziemlich steil nach der Mitte zu auf und bildete hier einen kurzen, dicken, rundlichen Fortsatz mit einer halbkugeligen Gelenkfläche, welche mit dem Zungenbeine articulirte. Was das letztere anlangt, so waren die Zungenbeinhörner insofern nicht gleich gebaut, als das linke mit dem Zungenbeinkörper vollkommen verwachsen, das rechte dagegen nur durch eine leicht bewegliche Synchondrose mit diesem verbunden war. Dicht bei der Synchondrose war das

grosse Horn dick und breit und zeigte am unteren Rand eine mehr längliche Gelenkfläche, welche mit dem abnormen Fortsatze des Schildknorpels durch ein straffes, dickes Kapselband vereinigt war. Sonst fand sich an der Verbindung des Schildknorpels mit dem Zungenbeine keine Abweichung, denn sowohl das Lig. thyreohyoideum medium, als die beiden lateralia waren vollkommen normal entwickelt.

Ueber den neuen Musculus peroneo-tibialis beim Menschen.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

(Hierzu Taf. XVIII, Fig. 1—6.)

Vorkommen.

Bei den geflissentlich vorgenommenen Untersuchungen über den Verschluss der Lacuna im Spatium interosseum cruris zwischen der Tibia, der Fibula und dem oberen Ende des Ligamentum interosseum, bis auf das Foramen anterius canalis cruro-poplitei zum Durchtritte der Vasa tibialia antica, deren Resultate zu seiner Zeit werden mitgetheilt werden, zuerst, und schon unter 50 während 14 Tagen untersuchten Cadavern (100 unteren Extremitäten) von Individuen beiderlei Geschlechts (45 männlichen und 5 weiblichen), vom Knaben- bis in's Greisenalter angetroffen an 10 (9 männl. und 1 weibl.), und zwar beiderseitig an 8 (7 männl. und 1 weibl.), einseitig an 2 (1 Mal rechtsseitig, 1 Mal linksseitig).

Vorkommen zum Mangel nach Cadaveranzahl verhielt sich somit wie 10 : 40 = 1 : 4; nach Extremitätenanzahl wie 18 : 82 = 1 : 1·555 — d. i., der Muskel ist an $^1/_5$ der Cadaver und überwiegend häufig beiderseitig; in $^1/_5$—$^1/_6$ der Extremitäten und gleich häufig jederseits; gleich häufig bei beiden Geschlechtern — im Ganzen oft zu erwarten.

Lage.

In dem äusseren kleineren Abschnitte der unteren Hälfte der Fossa poplitea ganz unter dem Musculus popliteus ver-

borgen, und zwar in dem winkeligen, nach hinten offenen Raume ausgespannt, welcher auswärts von der Fibula, einwärts von der Linea poplitea der Tibia und einem Streifen der letzteren begrenzt und vorwärts von der inneren oder tibio-fibularen Ursprungszacke (*b'*) des Musculus tibialis posticus mit der diese Zacke rückwärts bedeckenden Membrana obturatoria posterior lacunae superioris spatii interossei cruris (*d*) geschlossen wird, die ganze Höhe des Bodens dieses winkeligen Raumes (Fig. 1), von dem oberen Pole des Foramen anterius canalis cruro-poplitei zum Durchtritte der Vasa tibialia antica bis zur Articulatio tibio-fibularis und selbst darüber bis zu der die Superficies articularis peronealis tragenden Protuberantia externa tibiae hinauf; oder der nur einen verschieden grossen Abschnitt, z. B. den oberen oder den unteren oder den mittleren, in verschiedenem Abstande über dem Foramen anterius canalis cruro-poplitei desselben (Figg. 3—6) einnimmt.[1]

---

[1] Der Musculus tibialis posticus (*b*) ist an seinem oberen Ende zweizackig (bifurcatus). Die innere starke und lange Zacke gehört der Tibialportion, die äussere schwache und kurze Zacke gehört der Fibularportion an.

Die der Tibialportion angehörige Zacke ist fast immer eine Tibio-Fibularzacke (*b'*), welche nicht nur von der Tibia und der unteren Wand der Capsula tibio-fibularis, sondern auch von einem genau abgegrenzten vorderen Felde der inneren Fläche der Extremitas superior der Fibula, in der Strecke zwischen der Basis ihres Capitulum und zwischen dem oberen Pole des Foramen anterius canalis cruro-poplitei für die Vasa tibialia antica, in verschiedener Ausdehnung entspringt. Diese Zacke ist es, welche nebst etwas Fett den oberen Winkel des Spatium interosseum cruris ausfüllt, und in diesem, oberhalb des genannten Foramen befindlichen Winkel, nicht nur seitlich von der Tibia und Fibula, sondern auch vorn und hinten von je einer fibrösen Membran, die ich Membrana obturatoria anterior et M. o. posterior der zwischen der Tibia, Fibula und dem oberen Ende des Ligamentum interosseum cruris befindlichen Lacuna superior des Spatium interosseum cruris nenne, eingeschlossen ist. — Weil man dieses nicht berücksichtigte, hat man auch bis jetzt den wahren Sitz des angegebenen Foramen für die Vasa tibialia antica verkannt, das den unverschlossenen Rest der genannten Lacuna einnimmt und in der Regel zwischen dem Collum fibulae, der Tibio-Fibularzacke und der Fibularzacke des Musculus tibialis posticus, unter dem oberen Winkel des Spatium interosseum cruris (nicht in jenem Winkel) sich vorfindet.

Die Fibularzacke (*b''*), welche der Fibularportion angehört, endet in der Regel am Collum fibulae, am unteren Pole oder an der unteren Hälfte des äusseren Umfanges des genannten Foramen. Reicht sie bis zur Basis des Capitulum fibulae hinauf, so nimmt sie nicht in der knöchern-fibrösen Scheide der Tibio-Fibularzacke, sondern hinter dieser, d. i. hinter der Membrana obturatoria posterior und hinter dem Musculus peroneotibialis (Fig. 1 *a*), wenn dieser existirt, ihren Ursprung.

Gestalt.

Gewöhnlich ein länglich-vierseitiger (parallelogrammatischer) (Figg. 2, 3 *a*), oder viereckiger (Fig. 1 *a*); auch dreiseitiger mit abgestutzten äusseren Winkeln (Fig. 4 *a*), oder bandförmiger (Fig. 5 *a*), selten spindelförmiger platter Muskel (Fig. 6 *a*), welcher bis zur oder gegen die Linea obliqua poplitea fleischig oder fleischig-sehnig ist, breit kurz-sehnig oder schmal-langsehnig, oder mit einer langen Aponeurose endet, deren mässig strahlenförmig auseinander fahrende Fasern fest mit dem Periost der Superficies poplitea tibiae vereinigt sind und theilweise am unteren Abschnitte der Linea poplitea tibiae in den von da kommenden sehnigen Ursprung anderer Muskeln sich verlieren.

Ursprung.

Von dem hinteren Abschnitte der inneren Fläche der Fibula, abwärts vom Capitulum derselben, hinter einer in Gedanken gezogenen Linie oder einer daselbst bisweilen auftretenden schwachen Kante zum Ursprunge der Membrana obturatoria posterior lacunae superioris spatii interossei cruris, welche an der hinteren inneren Ecke der schräg abgeschnittenen Endfläche des Capitulum beginnt, in beträchtlicher Entfernung von dem hinteren Höcker am seitlichen Umfange des Capitulum schräg an der Fibula herabsteigt, und an deren hinterem Winkel, etwa in der Höhe des Endes der Linea obliqua tibiae endet, in verschiedener Ausdehnung in verticaler und transversaler, namentlich in ersterer Richtung, fleischig oder fleischig-sehnig.

Der Ursprung geht in der Richtung einer verticalen Linie vor sich, kann von der Capsula tibio-fibularis superior bis zum Foramen anterius canalis cruro-poplitei reichen, aber auch nur auf Strecken dieser Höhe sich beschränken. Derselbe kann sich auf die Capsula tibio-fibularis selbst erstrecken (öfters) (Fig. 1, 4 *a*), ja mit einer Zacke sogar an der Protuberantia externa tibiae mit der Superficies articularis peronealis (ausnahmsweise — $^1/_{18}$ d. F.) stattfinden. Seine Ausdehnung in verticaler Richtung variirt von $1 \cdot 0$—$3 \cdot 5^{cm}$. Die Breite des Ursprunges ist gewöhnlich eine geringe oder mässige, kann aber ausnahmsweise bis zum Fibularkopf des Soleus rückwärts sich erstrecken. Reicht ausnahmsweise die Fibularzacke (*b″*) des Tibialis posticus (*b*) bis zur Basis des

Capitulum fibulae aufwärts (Fig. 1), dann hat diese, beim Vorkommen des M. peroneo-tibialis, hinter diesem, zwischen ihm und dem Fibularkopfe des Soleus, ihre Lage.

Verlauf.

Meistens schräg ab- und einwärts, aber auch bisweilen fast quer (Fig. 1) hinter der Tibio-Fibularzacke des Tibialis posticus und hinter der Membrana obturatoria posterior lacunae superioris spatii interossei cruris, von diesen durch Bindegewebe und etwas Fett getrennt zur Linea poplitea tibiae, und darüber hinaus auf die Superficies poplitea tibiae.

Ansatz.

An die Linea poplitea tibiae allein sehnig (Figg. 1, 4, 6 *a*) oder an diese und an die Superficies triangularis poplitea tibiae mit den strahlenförmig auseinander fahrenden und mit dem Periost verwachsenen Fasern seiner Aponeurose (Figg. 4, 5 *a*), die theilweise gern in andere Muskeln, namentlich in den sehnigen Ursprung des Flexor digitorum longus (*c*) übergehen.

Grösse.

Ist variabel, aber gewöhnlich beträchtlich.

In den fünf Fällen, in welchen der Muskel von der Fibula bis zur Linea poplitea tibiae reichte, wurde er angetroffen: 3·5 ^{cm} hoch und breit, oder 3·5 ^{cm} hoch und 2 ^{cm} breit, oder 2 ^{cm} hoch und 2·5—3·2 ^{cm} breit, oder 2 ^{cm} hoch und breit, oder 2 ^{cm} hoch und 1 ^{cm} breit, oder 12 ^{mm} am Fleischtheile und 2 ^{mm} an der Sehne hoch (breit) und 2·5 ^{cm} (1·2 ^{cm} am Fleischtheile und 1·3 ^{cm} an der Sehne) breit (lang); und an allen 1·5—5·0 ^{mm} dick.

In den übrigen dreizehn Fällen, in welchen seine Endaponeurose über die Linea poplitea tibiae hinaus an der Superficies poplitea tibiae endete, variirte seine Länge: am oberen Rande von 1·6—4·0 ^{cm}, am unteren Rande von 3·5—4·6 ^{cm}, wovon auf den Fleischtheil die kleinere Hälfte kam; seine Breite von 0·7 bis 2·0 ^{cm} und konnte am Ende der Aponeurose bis auf 4·5 ^{cm} steigen; seine Dicke am Fleischtheile von 2—6 ^{mm}.

Wirkung.

Kann nicht von Belang sein, scheint nur in der Befestigung der Fibula an die Tibia und in der Unterstützung der Membrana obturaria posterior, im Verschliessen der Lacuna superior spatii interossei cruris und in der Erhaltung der Tibio-Fibularzacke des Musculus tibialis posticus in ihrer Scheide im oberen Winkel des Spatium interosseum cruris zu bestehen. Würde eine laxere Verbindung der Fibula mit der Tibia existiren, denn könnte der Muskel an ersterer eine Art Rotation bewirken. Der Muskel gehört auch zu den Gelenkkapselspannern.

Besonderheit.

Bei einem Manne mit dem M. peroneo-tibialis in plattspindelförmiger Gestalt am rechten Unterschenkel, und in bandförmiger Gestalt am linken Unterschenkel, war am letzteren hohe Theilung der Arteria poplitea zugegen gewesen.

Die von der A. poplitea über dem M. popliteus abgegangene A. tibialis antica (*α*), von zwei Venen (*β β'*) seitlich begleitet, hat ihren Weg vor dem M. popliteus, vor der Membrana obturatoria posterior lacunae superioris spatii interossei cruris (*d*) und vor dem M. peroneo-tibialis (*a*) genommen. Sie ist über dem oberen Rande der genannten Membrana und vor dieser zum oberen Winkel des Spatium interosseum gedrungen und hat sich durch denselben, gleich unter der Capsula tibio-fibularis superior, zwischen ihr, der Tibialzacke des M. tibialis posticus und der Fibula in die äussere vordere Unterschenkelregion begeben. Die Membrana obturatoria anterior spatii interossei cruris fehlt.

Ein seltener Fall des wirklichen Vorkommens des Foramen für die Vasa tibialia antica im oberen Winkel des Spatium interosseum und zugleich ein Fall des Mangels des Foramen anterius am Canalis cruro-popliteus.

Bedeutung.

Der Musculus peroneo-tibialis des Menschen kann nicht als tiefer Kopf des Popliteus gedeutet werden, weil er vom Ursprunge von der Fibula an bis zum Ansatze an die Linea poplitea tibiae in der beträchtlichen Anzahl der Fälle, in welchen er bis jetzt schon von mir gesehen worden war, vom Popliteus völlig geschieden ist und die

Fasern seiner unter der Form einer Aponeurose auftretenden Sehne im Periost der Superficies triangularis poplitea tibiae und nicht im Popliteus enden. — Die A. recurrens tibialis posterior aus der A. tibialis antica nimmt zwischen dem Popliteus und dem Peroneotibialis ihren Verlauf. Wäre er wirklich ein tiefer Kopf, so würde der dadurch auftretende Popliteus biceps verschieden sein von dem schon von Fabricius ab Aquaprendente (1599) als „Popliteus geminus" gekannten, aber erst von mir[1] genau beschriebenen anomalen Popliteus biceps. Der Popliteus biceps der neuen Art würde sich deckende Köpfe besitzen, sein tiefer Kopf würde der supernumeräre und bedeckte sein und von der Fibula entspringen. Der Popliteus biceps der gekannten Art hat wenigstens bis gegen seinen Ansatz neben einander liegende, hier aber theilweise sich deckende Köpfe, wovon der innere, meistens vom Ossiculum sesamoideum gastrocnemii externi, weniger oft von der Kniekapsel allein entspringende Kopf der supernumeräre und der den seitlichen am Ansatze deckende Kopf ist. Dass mit diesem Popliteus biceps unser M. peroneo-tibialis auftreten könne, kann vermuthet werden.

Ein analoger Muskel scheint bei den Säugethieren nicht vorzukommen. Ich habe darüber wenigstens in der mir zur Verfügung stehenden Literatur nichts erfahren können. Humphry[2] hat bei Paracyon (kenne selbst, sowie andere Zoologen, die ich darüber fragte, ein Thier unter diesem Namen nicht, ist vielleicht Procyon?) einen gesonderten starken Ursprung vom Capitulum fibulae als Zusatz zur starken vom Condylus externus femoris entstandenen Sehne des Popliteus beobachtet und auch bei Jerboa aus den Rodentia den allergrössten Theil der Fleischpartie des Popliteus mit seiner starken Sehne, die da, wo diese an der Fibula vorbeigeht, ein Ossiculum sesamoideum enthält, vom Condylus externus, die untersten Fasern aber mit einer feinen besonderen

[1] Siehe: *a*) W. Gruber. Ueber den Musculus popliteus biceps. — Dies Archiv. 1875. S. 599. Taf. XVI. Figg. 4. 5. 6.

b) Monographie über die aus wahren (hyalinischen) Cartilagines präformirten Ossicula sesamoidea in den Ursprungssehnen der Köpfe des Musculus gastrocnemius bei dem Menschen und bei den Säugethieren. — *Mém. de l'Acad. Imp. d. sciences de St. Pétersbourg.* Sér. VII. T. XXII. Besond. Abdr. St. Petersburg 1875. S. 45. Taf. III. Fig. 2.

[2] On the disposition and homologies of the extensor and flexor muscles of the leg and fore arm. — *Journ. of anatomy and physiology.* Cambridge and London 1869 Vol. III. p. 328. Note 2.

Sehne vom Capitulum fibulae entspringen gesehen; aber die Köpfe des Popliteus biceps dieser Thiere liegen neben und nicht unter einander und der äussere supernümeräre Kopf ist kein selbständiger, unter dem Popliteus liegender Muskel, wie der Peroneo-tibialis beim Menschen. Bei den Didelphen ist nach J. Fr. Meckel[1] die ganze hintere Fläche des Unterschenkels von einem Muskel eingenommen, der schräg von der Fibula zur Tibia hinabsteigt und in eine obere grössere Hälfte und in eine untere kleinere gesondert werden kann, wovon die obere Hälfte der sehr entwickelte Popliteus, der dem Pronator teres am Arme entspricht, die untere aber ganz deutlich ein Pronator quadratus ist. Bei Echidna entspringt der ganze Popliteus nach G. Mivart[2] vom Ende des Fortsatzes am Gipfel des Capitulum fibulae statt vom Condylus externus femoris. Seine Bündel verlaufen schräg ein- und abwärts und inseriren sich an die hintere Fläche der Tibia. Der Muskel erstreckt sich als sehr dünne Schicht in einem langen Wege auf der Rückenseite des Lig. interosseum hinunter. Dieses Verhalten des Popliteus bei Echidna hat Humphry[3] bestätigt.

Der Muskel dieser Thiere ist wohl als ein auf die Fibula verkürzter Popliteus in seinem Ganzen und nicht blos als ein auf seine tiefe Schicht mit Ursprung von der Fibula reducirter Popliteus zu nehmen. Hätte der Muskel letztere Bedeutung, dann könnte man wenigstens bei Echidna an eine Analogie mit dem Peroneo-tibialis beim Menschen denken.

Der Peroneo-tibialis beim Menschen kann aber wegen seines Ursprunges von der Fibula, bei Berücksichtigung des Popliteus der angegebenen Thiere mit Ursprung eines Kopfes desselben oder in seinem Ganzen von demselben Knochen, ein supernumerärer tiefer Popliteus sein. Ist er dieses, dann darf man vielleicht an seine Homologie mit der tiefen Portion — Coronoidportion — Macalister — des Pronator teres in den seit Brugnone[4] gekannten Ausnahmsfällen denken, in welchen diese Portion als ein vom Pronator teres völlig separirter selbständiger Muskel auftritt, wie sich aus nachstehenden Betrachtungen ergeben wird.

---

[1] *System der vergl. Anatomie.* III. Th. Halle 1828. S. 454.

[2] On some points in the anatomy of Echidna hystrix. — *The Transactions of the Linnean Society of London.* Vol. XXV. London 1866. p. 394.

[3] A. a. O.

[4] Observations myologiques. — *Mém. de l'Acad. Imp. d. sciences etc. de Turin.* Pour les années X. et XI. Sc. phys. et math. I. Partie. Turin année XII. p. 162.

Unter den aus der Parallelisirung der Knochen der oberen und unteren Extremitäten seit Vic d'Azyr (1744) bis auf die neueste Zeit hervorgegangenen verschiedenen Annahmen hat namentlich die von G. M. Humphry[1] Anhänger, wonach in Folge embryonaler Rotation die Fibula der Ulna, die Tibia dem Radius, der Fibular-Condylus ossis femoris dem Ulnar-Condylus humeri homolog ist.

Was den Musculus popliteus anbelangt, so wird er z. B. von J. Fr. Meckel,[2] Huxley[3] und Humphry[4] als homolog dem Pronator teres am Arme betrachtet.

Gegen diese Deutung erklärt sich A. Macalister.[5] Nach ihm entspricht der Musculus popliteus dem M. supinator brevis, der Gastrocnemius externus dem Supinator longus, der Gastrocnemius internus dem Pronator teres und der Tibialkopf des Soleus der Coronoidportion desselben Muskels am Arme.

Th. L. W. Bischoff[6] ist mit keiner dieser Annahmen einverstanden. Nach ihm ist der Popliteus vorzüglich Kapselspanner und zur Erhaltung des Meniscus externus in seiner Lage bestimmt, wodurch er in ersterer Beziehung dem Supinator brevis am Arme entspricht; ihm scheint es, bei Berücksichtigung der Functionen der Hand- und Fussmuskeln für die Pronatoren und Supinatoren der Hand keine analogen oder homologen Muskeln am Fusse zu geben.

Setzt man voraus, die Ansichten von Meckel, Huxley und Humphry über die Homologie des Popliteus wären die richtigen; dann könnte der homologe Muskel unseres Peroneo-

---

[1] *A Treatise of the human skeleton.* Cambridge 1858. p. 599 u. a. a. O.

[2] *Handbuch der menschl. Anatomie.* Bd. II. Halle und Berlin 1816. S. 580.

[3] Lectures on the structure and classification of the Mammalia. Lect. III. — *The medical Times and Gazette.* Vol. I. 1864. p. 204.

[4] On the disposition and homologies of the extensor and flexor muscles of the leg and fore arm. — *Journ. of anatomy and physiology.* Cambridge and London 1869. Vol. III. p. 328.

[5] *a*) On the nature of the coronoid-portion of the Pronator radii teres. — *Ebendas.* 1868. Vol. II. p. 8—12.

b) On the arrangement of the Pronator muscles in the limbs of vertebrate animals. — *Ebendas.* 1869. Vol. III. p. 335.

[6] Beiträge zur Anatomie des Hylobates leuciscus und zu einer vergleichenden Anatomie der Muskeln der Affen und des Menschen. — *Abhandlungen der math.-physik. Classe der k. bayr. Akademie der Wissensch.* Bd. X. Abth. 3. München 1870. S. 250—251.

tibialis die tiefe Portion des Pronator teres am Arme, namentlich in den bezeichneten Fällen ihres Vorkommens als völlig separirter Muskel, sein.

Nach Macalister[1] ist die Coronoidportion des Pronator teres beim Menschen, welche von der inneren Seite der Tuberositas major oder dem Processus coronoideus der Ulna, einwärts vom Ansatze des Brachialis internus und diesem oft enge verbunden, entsteht, oder selbst ein Ausläufer des letzteren ist, kein wesentlicher Theil dieses Muskels, weil sie, wenn sie auch in der überwiegenden Mehrzahl existirt, denn doch fehlen kann, und ist dieselbe, ihrer Natur nach, vornehmlich menschlich, weil er (Macalister) sie bei mehreren Gattungen unter den Quadrumana, bei den Ruminantia, Pachydermata, Cetacea, welche er examinirte, bei mehreren Genera der Carnivora und bei den Rodentia nicht gefunden. Diese Coronoidportion fehlt nach J. C. Galton[2] auch bei Dasypus sexcinitus und Orycteropus capensis.[3]

Kein wesentlicher Popliteus ist aber auch unser Peroneotibialis und, wenigstens bis jetzt, nur menschlich.

Ich weiss nicht, dass dieser Muskel schon gesehen worden wäre.[4]

---

[1] A. a. O. Vol. II. 1868. p. 9—10. Vol. III. 1869. p. 335—337.

[2] a) The muscles of the fore and hind limbs in Dasypus sexcinctus. — *The Transactions of the Linnean Society of London.* Vol. XXVI. London 1870. p. 540.

b) The Myologie of the upper and lover extremities of Orycteropus capensis. — *Ebendas.* p. 579.

[3] Unter den Simiae macht wenigstens der Chimpanse eine Ausnahme. G. M. Humphry — Note zu Macalister's Angabe im *Journal of anatomy and physiology.* 1865. Vol. II. p. 9 — hat nämlich bei diesem Thiere die Coronoidportion des Pronator teres vorgefunden.

[4] Robert Martin, *Ueber Gelenkmuskeln beim Menschen.* Erlangen 1874. — welcher niemals so glücklich (besser so ungeschickt) war (S. 25), den von mir entdeckten, fast constanten Tensor ligamenti annularis radii posterior — Dies Archiv. 1865. S. 377. Taf. IX. — anzutreffen, hat auch den Peroneo-tibialis übersehen.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Oberes Stück des linken Unterschenkels eines robusten Mannes. (Ansicht von der hinteren Seite, bei theilweise entfernter Tibio-Fibularzacke des M. tibialis posticus.)

Fig. 2 und 3. Aehnliches Stück des rechten Unterschenkels eines anderen Mannes. (Ansicht von der vorderen und hinteren Seite bei entfernter Tibio-Fibularzacke des M. tibialis posticus.)

Fig. 4. Aehnliches Stück des linken Unterschenkels eines dritten Mannes. (Ansicht von der hinteren Seite.)

Fig. 5. Aehnliches Stück des rechten Unterschenkels eines vierten Mannes. (Ansicht von der hinteren Seite.)

Fig. 6. Aehnliches Stück des linken Unterschenkels mit hohem Abgange der A. tibialis antica von der A. poplitea, von demselben Manne. (Ansicht von der hinteren Seite.)

Bezeichnung für alle Figuren.

1. Ungewöhnlicher vom hinteren Höcker des seitlichen Umfanges des Capitulum fibulae ausgehender Fortsatz.

a Musculus peroneo-tibialis.
b „ tibialis posticus.
b′ Tibio-Fibularzacke und
b″ Fibularzacke desselben.
c Musculus flexor digitorum longus.
d Membrana obturatoria posterior lacunae superioris spatii interossei cruris.
e Ligamentum interosseum.
α Arteria tibialis antica.
ββ′ Venae tibiales anticae.
+ Foramen anterius canalis cruro-poplitei zum Durchtritte der Vasa tibialia antica.
‡ Dasselbe durch Wegnahme der Tibio-Fibularzacke des M. tibialis posticus erweitert.

Ueber einen besonderen Canal für den Nervus medianus im Sulcus bicipitalis internus bei Vorkommen eines Musculus costo-epitrochlearis.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

(Hierzu Taf. XVIII, Fig. 7—8.)

Zur Beobachtung gekommen an beiden Armen der Leiche eines robusten Mannes am 17. April 1877, welche nach bereits vorgenommener Oeffnung der Körperhöhlen dem Institute für practische Anatomie zugeführt worden war. Die Präparate sind in meiner Sammlung aufbewahrt.

Das Ligamentum intermusculare internum brachii (*a*) beider Arme ist sehr breit und stark. Das Ligamentum des rechten Armes (Fig. 7) ist in einer Strecke von 3·5 ^{cm}, und zwar von einer Stelle 9 ^{cm} über dem Epitrochleus und 3·5 ^{cm} unter der untersten Insertion des Coracobrachialis bis zu einer Stelle 5·5 ^{cm} über dem Epitrochleus; das Ligamentum des linken Armes (Fig. 8) in einer Strecke von 8 ^{cm}, und zwar von einer Stelle 11 ^{cm} über dem Epitrochleus und 1·5 ^{cm} unter der Insertion des Coracobrachialis bis zu einer Stelle 3 ^{cm} über dem Epitrochleus, in zwei Blätter getheilt, in ein hinteres äusseres und vorderes inneres. Das hintere Blatt entspricht dem Ligamentum der Norm, hat daher am Angulus internus brachii seinen Ansatz, dient zwar wie gewöhnlich einer Partie des Anconeus internus rückwärts zum Ursprunge, nicht aber dem Brachialis internus vorwärts. Das vordere supernumeräre Blatt (*a'*), welches an beiden Armen, 1 ^{cm} vom Angulus internus

humeri und 1—1·5 cm vom freien Rande, also von der Mitte der Breite des Ligamentum von dem hinteren Blatte des letzteren sich scheidet, und an die innere vordere Fläche des Humerus, 5—6 mm von dessen Angulus internus und vor dem Ansatze des hinteren Blattes, sich inserirt, dient an beiden Armen der Partie des Brachialis internus, welche sonst von dem Ligamentum entsteht (*c'*), am linken Arme (Fig. 8) aber zugleich einem supernumerären Caput des Biceps brachii (*d*) und einem supernumerären Capitulum des Pronator teres (*e*) zum Ursprunge. Am vorderen Blatte enden strahlenförmig auch eine Reihe von Fasern von der Sehne des Costo-epitrochlearis, die mit dem inneren Rande des Ligamentum intermusculare internum verwachsen bis zur Spitze des Epitrochleus (Nr. 2) herabreicht.

Der Pectoralis major beider Seiten ist stark. Die Clavicularportion ist sehr breit. Von der Sternocostalportion, wenn sie auch am Ursprunge schon durchschnitten war, konnte nach ihrem Verhalten angenommen werden, dass sie auf gewöhnliche Weise entsprungen war. Ob die Zacke von der Vagina das M. rectus abdominis (von der Aponeurose des Obliquus externus abdominis) — Portio abdominalis — vorhanden gewesen war oder gefehlt hatte, war nicht mehr zu ermitteln.

Der Pectoralis minor entspringt jederseits nur mit drei Zacken von der II. bis IV. Rippe.

Das supernumeräre Caput des Biceps brachii (*d*) des linken Armes ist ein bandförmiges Fleischbündel von 11 cm Länge, 3·5 cm Breite am Anfange und 2 cm am Ende und 4 mm Dicke, welches mit den oberen $^5/_7$ seiner Breite am Humerus, zwischen dem Ende des Coracobrachialis und der inneren Zacke des Brachialis internus, mit den unteren $^2/_7$ von dem vorderen Blatte des Ligamentum intermusculare internum, gleich unter dem Ausschnitte am oberen Ende des ersteren entspringt und an die hintere Seite des Anfanges beider Sehnen des Biceps brachii sich inserirt.

Das supernumeräre Capitulum des Pronator teres (*e*) ist ein 14 cm langes, 6 mm breites und 3 mm dickes platt-spindelformiges Bündel, welches von dem unteren Ende des vorderen Blattes des Ligamentum intermusculare internum mit einer 12 mm langen, am Anfange 1 cm, am Ende 5 mm breiten Aponeurose beginnt, lateralwärts neben dem N. medianus in beträchtlicher Distanz vom Pronator teres hinter der oberflächlichen Sehne des Biceps brachii verläuft und mit einer 3·5 cm langen, nur 1·5 mm breiten dünnen Sehne in der Sehne des Pronator teros endet.

Der Musculus costo-epitrochlearis (*b*) aber, der an beiden Seiten existirt, hat folgende Eigenschaften:

Ein von der knöchernen V. Rippe (Nr. 1) bis zum Epitrochleus (Nr. 2) reichender, vom Pectoralis major isolirter, starker, bandförmiger Muskel.

Ursprung. Vom oberen Rande der knöchernen V. Rippe, 1·5 ^{cm} auswärts vom vorderen Ende derselben, rechts in einer Strecke von 2·8 ^{cm}, links in einer Strecke von 1·2 ^{cm} ganz fleischig.

Verlauf. Zuerst über den IV. Intercostalraum und die IV. Rippe, hier vor dem Ursprung der Zacke des Serratus anticus major und auf dem hinteren Theile des Ursprunges der Zacke des Pectoralis minor von dieser Rippe gelagert, und an der oberen Hälfte vom Pectoralis major bedeckt, schräg auf- und rückwärts; dann am unteren Rande des Pectoralis major, hier in der durch die Vereinigung der Fascia pectoralis und Fascia coraco-clavi-costalis entstandenen Falte erhalten, bis zum Anfange des Sulcus bicipitalis internus vor die Nervi und Vasa brachialia bogenförmig gekrümmt auswärts; endlich nach Umbiegen in der Richtung der Ansatzlinie des Lig. intermusculare internum oder des Septum zwischen der Regio brachialis anterior und posterior, oben neben dem N. medianus und den Vasa brachialia, vor den N. ulnaris, radialis, cutaneus internus major und V. basilica, unten hinter dem N. cutaneus medius und der V. basilica, zwischen diesen und dem N. ulnaris, mit dem Lig. intermusculare internum vereinigt zum Epitrochleus abwärts.

Endigung. Mit einem am rechten Arme 9 ^{cm}, am linken Arme 11 ^{cm} langen, starken, platt-rundlichen Sehnenstreifen (*b'*), welcher am freien Rande des Ligamentum intermusculare internum brachii (*a*), mit diesem verwachsen, bis zur Spitze des Epitrochleus (Nr. 2) herabsteigt und daselbst sich inserirt, während seines Verlaufes aber auch Fasern abschickt, die, strahlenförmig auseinander gewichen, im vorderen supernumerären Blatte (*a'*) des genannten Ligamentum sich verlieren.

Grösse. Der Muskel hat jederseits eine Länge von 48 ^{cm}, wovon auf seine völlig isolirte Partie am rechten Arme 39 ^{cm}, am linken Arme 37 ^{cm} kommen; er ist am rechten Arme am Anfange 2 ^{cm}, am Ende 1 ^{cm}, am linken Arme am Anfange 12 ^{mm}, am Ende 8 ^{mm} breit; und beiderseitig am Anfange 3 ^{mm}, am Ende 4 ^{mm} dick.

Durch die Spaltung des Ligamentum intermusculare internum brachii und die Verstärkung seines vorderen supernumerären Blattes durch Fasern der Sehne des Costo-epitrochlearis an beiden Armen, durch den Ursprung des

Brachialis internus von diesem Blatte an beiden Armen und durch den Ursprung eines supernumerären Kopfes des Biceps brachii und des Pronator teres am linken Arme entsteht im Sulcus bicipitalis internus jeden Armes ein anomaler fibrös-musculöser Canal (*). Der Canal am rechten Arme ist 3·5^{cm}, jener am linken 8^{cm} lang, und an beiden Armen in sagittaler Richtung 10—12^{mm}, in transversaler Richtung bis 8^{mm} weit. Jeder Canal verlängert sich nach oben noch in einen Halbcanal von elliptischer Form, an dessen unterem Pole die obere Oeffnung (+) des Canales sitzt. Der rechte Canal beginnt 3·5^{cm}, der linke 1·5^{cm} unter dem Ansatze des Coraco brachialis; ersterer endet 5·5^{cm}, letzterer 3^{cm} über dem Epitrochleus. Durch jeden Canal nimmt der Nervus medianus (ε) einen Verlauf. Am linken Canale trat durch seine obere Oeffnung auch ein Zweig der Arteria collateralis ulnaris superior mit einer Vene; seine vordere Wand aber durchbohrt eine supernumeräre Arteria collateralis ulnaris inferior (δ′), welche unter der eigentlichen A. collateralis inferior (δ), die vor dem Canale, diesen kreuzend, einwärts läuft und das Lig. intermusculare internum, einwärts vom Canale, durchbohrt, von der A. brachialis entspringt.

Die Vasa brachialia verlaufen in diesem Falle in der ganzen Länge des Sulcus bicipitalis internus neben dem Biceps brachii, also aussen und vorn von dem N. medianus, weil die A. brachialis die Lücke zwischen den Wurzeln des N. medianus, statt von vorn nach hinten, von hinten nach vorn durchsetzte. Dieselben liegen, abwärts vom Ansatze des Coracobrachialis, auf dem supernumerären Caput des Biceps brachii und Brachialis internus im Sulcus bicipitalis internus ausserhalb des beschriebenen Canales und lateralwärts von diesem; im Sulcus cubiti anterior internus, lateralwärts vom supernumerären Capitulum des Pronator teres, durch dieses vom N. medianus geschieden. Am Eingange in den Canal steht der Nervus medianus gleich weit (8^{mm}) von der Arteria brachialis und von dem Costo-epitrochlearis ab. Seine Entfernung von der A. brachialis an der Mitte der Länge des Canales beträgt 1·2^{cm}, am Ausgange (‡) des letzteren 1^{cm}; seine Entfernung hier vom inneren Rande des Lig. intermusculare internum 1·5^{cm}.

Anomale Bündel vom Pectoralis major, Coraco-brachialis, Biceps brachii (supernumerärer Kopf oder Schwanz) und Brachialis internus können den Sulcus bicipitalis internus, aufwärts vom

Sitze des Processus supracondyloideus humeri überbrücken und dadurch streckweise förmliche Canäle bilden. Diese Canäle können einfach oder doppelt auftreten. Im ersteren Falle enthalten sie den Nervus medianus mit den Vasa brachialia, oder denselben mit den V. interrosseo-ulnaria, bei hohem Ursprunge der A. radialis; im zweiten Falle im vorderen äusseren Canale den N. medianus mit den Vasa brachialia, oder denselben mit den V. interosseo-radialia, im hinteren inneren Canale den N. cutaneus medius mit der V. basilica oder diese und zugleich die hoch entstandene A. ulnaris mit den sie begleitenden Venen, wie solche Canäle eine Reihe von Anatomen, namentlich aber Richard Quain[1] und ich[2] beschrieben und abgebildet haben.

Bei Abwesenheit dieser Canäle kann auch der untere Theil des Sulcus bicipitalis internus von einem Theile des musculös-fibrösen Canalis supracondyloideus s. brachio-cubitalis eingenommen werden, wie seit Fr. Tiedemann[3] bekannt ist und namentlich ich[4] nachgewiesen hatte, und zwar entweder bei Vorkommen des

---

[1] *The anatomy of the arteries in the human body.* London 1844. p. 225, 270. Pl. 37. Fig. 3, 5.

[2] a) *Vier Abhandlungen a. d. Gebiete der med.-chir. Anatomie.* Berlin 1847. S. 93.

b) Seltene Beobachtungen aus dem Gebiete der menschl. Anatomie. — *Archiv für Anatomie, Physiologie u. wiss. Medicin.* Berlin 1848. S. 427.

c) *Neue Anomalien.* Mit 7 Tafeln. Berlin 1849, S. 28, 30, 40. Taf. I. Fig. 1, 2. Taf. III. Fig. 1. Taf. VI. Fig. 1.

d) Ein Nachtrag zur Kenntniss des Processus supracondyloideus (internus) humeri des Menschen. — Dies Archiv, 1865. S. 374.

e) Noch andere nicht veröffentlichte Fälle.

[3] *Tabulæ art. corp. hum.* Carlsruhe 1822. Taf. XV. Fig. 2.

[4] a) *Neue Anomalien.* S. 8. Taf. II. IV, Fig. 1. Taf. VII.

b) *Abhandlungen aus der menschl. u. vergl. Anatomie.* Mit 11 Taf. St. Petersburg 1852. Abh. VIII. Art.: Neue oder doch seltene Anomalien. Nr. 5. S. 132—135. Taf. II. Fig. 1.

c) Monographie des Canalis supracondyloideus humeri und der Processus supracondyloidei humeri et femoris der Säugethiere und des Menschen. Mit 3 Tafeln. — Aus den *Mém. des savants étrang. de l'Acad. Imp. des sciences de St. Pétersbourg.* T. VIII. 1859. Besond. Abdr. St. Petersburg (schon) 1856. S. (79—82) 29—32.

d) Sitzungsprotocoll des Vereins practischer Aerzte in St. Petersburg vom 14. October 1861. — *St. Petersburger med. Zeitschrift.* Bd. I. 1861. S. 365.

e) Sitzungsprotocoll des Vereins practischer Aerzte in St. Petersburg vom 12. December 1864. — *Ebendas.* Bd. IX. 1865. S. 179.

f) Zweiter Nachtrag zur Kenntniss des Processus supracondyloideus (internus) humeri des Menschen. Mit 1 Tafel. — *Bulletin de l'Acad. Imp. des sciences de St. Pétersbourg.* T. XII. 1868. p. 448. — *Melang. biolog.* T. VI. 1868. p. 573.

g) Neue noch nicht veröffentlichte Fälle.

Processus supracondyloideus internus oder ausnahmsweise auch bei Mangel des letzteren, wie Nuhn[1] und ich[2] gesehen hatten, mochte nun letzterer Canal von einem anomalen Pronator teres oder sogar vom Brachialis internus seine vordere innere Wand erhalten haben, wie es R. Quain[3] vorgekommen ist. Der Canal kann enthalten: den Nervus medianus mit den Vasa brachialia (meistens); oder den N. medianus mit den V. ulnaria (interosseo-ulnaria) bei hohem Ursprunge der Arteria radialis (nicht oft); oder den N. medianus mit den V. interossea communia bei hohem Ursprunge der A. interossea communis aus der A. brachialis (ausnahmsweise).[4]

Endlich ist mir im Januar 1865 an beiden Armen eines Mannes bei entwickeltem Processus supracondyloideus sogar ein fibrös-musculöser Canal im Sulcus bicipitalis internus und S. cubiti anterior internus zugleich vorgekommen, welcher von der Fovea axillaris bis zur Fovea cubiti reichte, oben von einem supernumerären Schwanze des Caput breve des Biceps brachii und unten von einer anomalen Portion des Pronator teres seine vordere Wand erhalten hatte und im Bereiche des Processus supracondyloideus eine elliptische Brachialapertur besass.[5] Der Canal hatte den N. medianus und die V. brachialia enthalten.

L. M. A. Caldani[6] hatte an beiden Seiten einer Leiche vom Pectoralis major ein fingerdickes, fast cylindrisches Fleischbündel abgehen und mit einer starken Sehne am Epitrochleus enden beobachtet. (Ursprung am Thorax nicht angegeben.)

J. Cruveilhier[7] hat ein sehr dünnes, vom Pectoralis major völlig getrenntes Fleischbündel dieses Muskels von der Abdominalaponeurose entstehen gesehen, welches in der Höhe der Insertion des Pectoralis major in einen fibrösen Streifen endete, der mit dem Lig. intermusculare internum zusammenhing, ein von diesem ent-

---

[1] *Untersuchungen aus dem Gebiete der Anatomie, Physiologie und practischen Medicin.* Hft. I. Heidelberg 1849. S. 20. Taf. 3. Fig. 1.

[2] Dies Archiv, 1865. S. 375.

[3] A. a. O. Pl. 37. Fig. 4.

[4] Siehe meine Monographie. S. 41—42.

[5] Ein Nachtrag u. s. w. — Dies Archiv, 1865. S. 367. Taf. 8. C.

[6] *Institutiones anatomicae.* Lipsiae 1792. p. 239. Nota. (Von S. Th. Sömmerring, *Muskellehre.* Frankfurt a. M. 1800. S. 254, entlehnt.)

[7] *Anat. descr.* T. I. Bruxelles 1837. p. 270. Note 2.

sprungenes kleines Fleischbündel erhielt und sich am Epitrochleus inserirte.

A. M. Mc'Whinnie[1] sah vom unteren Rande des Pectoralis major, nahe seiner Insertion, ein starkes Fleischbündel abgehen, welches vor dem Lig. intermusculare internum herabstieg und am Epitrochleus sich inserirte.

C. H. Hallett[2] sah eine abgesonderte Portion des Pectoralis major von der V. und VI. Rippe, unmittelbar hinter dem Pectoralis major, dem er mehrere schwache Bündel zusandte und mit dessen Axillarrand er confundirt war, entspringen, quer über die Axilla hinter und unter dem Pectoralis major seinen Verlauf nehmen und in eine platte, bogenförmig gekrümmte Sehne enden, welche sich sogleich in drei Portionen theilte. Eine Portion davon hatte sich mit dem Pectoralis major vereinigt und am vorderen Rande des Sulcus intertubercularis inserirt; die andere Portion hatte mit mehreren Bündeln an die Tubercula humeri und am oberen Theile der Ränder des genannten Sulcus sich angesetzt; die dritte Portion endlich war ab- und einwärts vor dem Biceps brachii, dem N. medianus und der A. brachialis hinter der V. basilica und dem N. cutaneus medius verlaufen, hatte sich gering mit der Fascia brachialis confundirt und zuletzt am Epitrochleus inserirt. Letztere Portion, nachdem sie vor der A. brachialis und vor dem N. medianus passirt war, hatte sich mit dem Lig. intermusculare internum vereinigt, damit einen halbmondförmigen Saum gebildet, der die A. brachialis und den N. medianus umgriff. Von derselben, soweit sie mit dem Ligamentum vereinigt war, kam eine grosse Zahl starker Bündel des ungewöhnlich entwickelten Anconeus internus. (Ursprung wohl nur von den Rippenknorpeln.)

Von den mir zur Beobachtung gekommenen abgelösten Bündeln des Pectoralis major mit Ansatz am Epitrochleus will ich hier nur den Fall hervorheben, welchen ich schon 1849 mitgetheilt habe.[3] Ich sah in diesem Falle den Pectoralis major nur bis zur V. Rippe reichen. Die von der V. Rippe entsprungene Zacke trennte sich bald vom übrigen Muskel und theilte sich unterhalb der Fovea axillaris in drei Bündel. Die beiden oberen inserirten sich an einen starken, sehnigen Streifen, der von der Sehne des Pectoralis mujor bis zum Epitrochleus reichte. Das untere stärkste und längste Fleisch-

---

[1] *The London medical Gazette New Series.* Vol. II. London 1846. p. 188.

[2] An Accout of the anomalies of the muscular system. — *The Edinburgh med. and surg. Journal.* Edinburgh 1848. Vol. 69. p. 11.

[3] *Neue Anomalien.* S. 31.

bündel wurde erst in der Mitte des Oberarmes sehnig und ging theils in den Sehnenstreifen über, theils setzte es sich bis zum Epitrochleus fort. Es lag zuerst aussen auf dem N. medianus und der A. brachialis, ging aber dann vor denselben nach einwärts und zog so weiter. (Ursprung der Zacke vom V. Rippenknorpel.)

J. Wood[1] hatte bei einem robusten Manne ein breites Bündel vom Pectoralis major und Latissimus dorsi über die Axillarnerven und Gefässe passiren und an der Aponeurose, die sich zwischen dem Epitrochleus und Olecranon inserirt, befestigen gesehen. Derselbe[2] beobachtete an der linken Seite eines Mannes ein 1 Zoll breites, vom unteren Rande des Pectoralis major getrenntes Bündel, welches an eine lange rundliche Sehne von $^3/_8$ Zoll Breite sich inserirte, welche die Gefässe und Nerven des Armes in schräger Richtung kreuzte und etwa 2 Zoll über dem Condylus internus mit dem Lig. intermusculare internum sich vereinigte.

A. Macalister[3] hat bei einem rüstigen Weibe ein vom Pectoralis major geschiedenes Bündel vom Knorpel der VII. Rippe entstehen und mit einer runden Sehne am oberen Theile des Epitrochleus inseriren gesehen. Er hat in einem Falle das Epitrochlearbündel von der Clavicularportion des Pectoralis minor abgegangen beobachtet.

J. B. Perrin[4] hat drei Fälle mitgetheilt. In einem Falle (links) war ein bandförmiges, musculös-fibröses Bündel von der VII. Rippe, vereinigt mit den unteren Fasern des Pectoralis major, entsprungen, konnte auch mit der Aponeurose des Obliquus externus abdominis verbunden sein, wie desselben Epigastricalbündel, hatte dem unteren Rande dieses Muskels, von ihm separirt, sich zugesellt und mit einer mittelmässig dünnen Sehne an den Epitrochleus sich inserirt. In einem anderen Falle (rechts) war der Muskel ähnlich angeordnet, bekam aber zu seiner Sehne an der Mitte des Armes eine vor der Sehne des Caput longum des Biceps brachii herabsteigende mittelstarke Sehne. In einem dritten Falle (links) war der Muskel

---

[1] On some varieties in human myology. — *Proceedings of the royal society of London.* Vol. XIII. London 1864. p. 300.

[2] Variations in human myology. — *Ebendaselbst.* Vol. XV. London 1867. p. 524.

[3] Notes of muscular anomalies in human body. — *Proceedings in the royal Irish Academy.* Vol. IX. Pl. 4. Dublin 1867. p. 454.

[4] Notes on some variations of the Pectoralis major with its associate muscles. — *Journal of anatomy and physiology.* Ser. II. No. 8. May 1871. p. 238.

wie im ersten Falle angeordnet, bekam aber von der Mitte des Coracobrachialis ein 1 Zoll langes und $1^1/_2$ Linien breites Fleischbündel zu seiner Sehne. (In allen diesen Fällen wird eine Verbindung mit dem Lig. intermusculare internum verschwiegen.)

Und Andere.[1]

Vergleicht man nun die bis jetzt gekannten ungewöhnlichen Canäle im Sulcus bicipitalis internus mit den Canälen im oben beschriebenen neuen Falle, so ergibt sich, dass letztere Canäle verschieden sind von den ersteren. Im neuen Falle sind nämlich die Canäle nicht blos durch Ueberbrücken des Sulcus von anomalen Muskelköpfen, Muskelschwänzen u. s. w., sondern durch wirkliche Theilung des Ligamentum intermusculare internum brachii in zwei Blätter entstanden. Das vordere Blatt, welches die vordere innere Wand jedes Canales bildet, ist durch Fasern der Sehne des Costo-epitrochlearis verstärkt und dient am Canale der rechten Seite der Schicht des Brachialis internus, welche in der Norm vom Ligamentum intermusculare internum abgeht, am Canale der linken Seite aber nicht nur dem Brachialis internus, sondern auch einer Partie des supernumerären Kopfes des Biceps brachii und dem supernumerären Köpfchen des Pronator teres zum Ursprunge. Auch passirt durch die Canäle des neuen Falles der Nervus medianus allein, was bei den anderen beobachteten Canälen im Sulcus bicipitalis internus ohne die Vasa brachialia nie, und selbst beim Canalis brachio-cubitalis nur selten vorgekommen war.

Der beiderseitig vorgekommene Musculus costo-epitrochlearis ist gleichbedeutend mit den oben citirten Fällen selbständig gewordener, durch ihre Sehne mit dem Ligamentum intermusculare internum früher oder später vereinigter und bis zum Epitrochleus reichender Randbündel des Pectoralis major, welche ihrem Ursprunge nach bald sogenannte Chondro-epitrochleares, bald Epigastrico-epitrochleares sind, falls der Chondro-epitrochlearis ein auf die Rippenknochen verkürzter Epigastrico-

---

[1] Z. B. je ein Fall von Struthers und Kelly. — Bei A. Macalister, *A descriptive Catalogue of muscular anomalies in human anatomy.* Dublin 1872. Art.: Chondro-epitrochlearis. p. 46. — und noch Fälle von Anderen, von welchen man nicht weiss, ob sie über selbst Gesehenes oder nur Entlehntes berichten.

epitrochlearis ist, was erstere sein können, aber nicht sein müssen, weil die der Portio abdominalis (Epigastricalzacke) des Pectoralis major entsprechende Portion ganz fehlen kann; mein Fall von Chondro-epitrochlearis vom Jahre 1849 sicher kein verkürzter Epigastrico-epitrochlearis sein konnte und auch meine Fälle von Costo-epitrochlearis nicht sein würden, wenn sich die Epigastricalzacke des Pectoralis major vorgefunden haben sollte, was, als unmöglich, nicht angenommen werden kann.

Bei den anthropoiden und anderen Affen und vielen anderen Säugethieren kommt ein Anconeus V nach fremder und eigener Beobachtung vor.[1] Dieser Muskel wurde als: „Quatrième portion du triceps" — G. Cuvier et Laurillard —; „Omo-anconeus" — R. Owen —; „Triceps interne" — H. Strauss-Dürkheim —; „Fourth Portion of the Triceps extensor" — R. Jones —; „Extensor cubiti longus" — E. F. Gurlt —; „Anconeus V" — Burmeister —; „Dorso-épitrochlien" — Duvernoy —; „Muscular slips of the Triceps" — Humphry —; „Extensor parvus antibrachii" — W. Krause —; „Latissimo-condyloideus" — Bischoff — bei verschiedenen Säugethieren angeführt. — Beim Menschen wurde der analoge Muskel von mir (in zwei Fällen) aufgefunden.[2] — Auch trennt sich, wenigstens bei vielen Affen und anderen Säugethieren, vom Rande des Latissimus dorsi ein anderes Bündel ab, welches über dem Anfange des Sulcus bicipitalis internus quer vor den Gefässen und Nerven des Armes und vor dem Biceps brachii zur hinteren Seite der Sehne des Pectoralis major hinübersetzt und mit dieser, durch seine Endaponeurose vereinigt, gemeinschaftlich am Humerus sich ansetzt. — Dieses Bündel tritt öfters beim Menschen auf, nach fremden und vielen eigenen Beobachtungen.

Wenn auch die Portio ventralis des Pectoralis major bei den Affen und anderen Säugethieren, der Portio abdominalis desselben Muskels bei dem Menschen homolog ist, so existirt denn doch bei den Säugethieren ein Epigastrico- oder Chondro- oder Costo-epitrochlearis im wahren Sinne der Benennungen, d. i. als selbständige Muskeln gewordene untere Randbündel des Pectoralis major, die wirklich bis zum Epitrochleus humeri reichten, nicht.

---

[1] Siehe: W. Gruber, Ueber den Musculus anconeus V. des Menschen mit vergleichend-anatomischen Bemerkungen. Mit 1 Tafel. — *Mém. de l'Acad. Imp. des sciences de St. Pétersbourg.* Sér. VII. T. XVI. No. 1. Besond. Abdr. St. Petersburg 1870. p. 9—13.

[2] A. a. O. p. 7—9. Fig. 1 u. 2 *a*.

Bei den anthropoiden Affen geht dies aus dem Schweigen darüber z. B. von W. Vrolik,[1] Cuvier et Laurillard,[2] Duvernoy,[3] Huxley,[4] Th. L. W. Bischoff,[5] Alex. Macalister[6] und Anderen hervor.

Dasselbe gilt bei den Chiroptera. Nach J. Fr. Meckel[7] inserirt sich bei den Chiroptera der sehr ansehnliche Musculus rectus abdominis an den Schwertfortsatz des Brustbeines und an den V. und VI. Rippenknorpel. Von da aus schickt der Muskel einen ansehnlichen, schmäleren aber starken Zipfel nach oben, der sich durch eine lange Sehne an die innere Oberfläche des Oberarmbeines setzt.

C. G. Carus[8] hat bei Vespertilio noctula einen isolirten, lang-dreiseitigen Brustmuskel als besonderes Stück des Pectoralis major, welches, ohne Zusammenhang mit dem Rectus abdominis, von den Rippenknorpeln entsprang und durch eine schmale Sehne mit der des Pectoralis major vereinigt endet, bezeichnet und abgebildet, welcher dem von Meckel angegebenen Zipfel des Rectus abdominis entspricht. G. Cuvier et Laurillard[9] haben bei Pteropus edulis denselben Zipfel als Portion ventrale des Pectoralis, am Humerus hinter dem Pectoralis major, abwärts vom Pectoralis minor angeheftet, abgebildet. Nach Humphry[10] entspringt bei Pteropus die Abdominalportion des Pectoralis gemeinschaftlich mit dem Rectus abdominis vom Schambeine, bildet den äusseren Theil dieses Muskels, geht unter der Sternalportion vorbei, zwischen dieser und dem Biceps brachii, und inserirt sich am oberen inneren Rande der Furche, gerade unter dem

---

1 *Recherches d'anat. comparée sur le Chimpansé.* Amsterdam 1841. p. 28.

2 *Anatomie comp. recueil de Planches de Myologie.* Paris 1849. Pl. 15. Fig. 2.

3 Des characteres anat. des Grands Singes anthropomorphes. Mém. II. Chap. III. „Muscles du bras". — *Archiv du Museum d'hist. natur.* Paris 1855—56. p. 78—79.

4 The structure and the classification of the Mammalia. — *The medical Times and Gazette.* Vol. I. 1864. p. 203, 428, 456, 537, 595, 647.

5 Beiträge zur Anatomie des Hylobates leuciscus und zur vergleichenden Anatomie der Muskeln der Affen und des Menschen. — *Abhandlungen der math.-physik. Classe der k. bayr. Akademie der Wissensch.* Bd. X. Abth. III. München 1870. p. 208. 282.

6 The muscular anatomy of the Gorilla. — *Proceed. of the royal Irish Academy.* Vol. I. Ser. II. 1873. Art. XLIII. p. 501—500.

7 *System der vergleichenden Anatomie.* III. Th. Halle 1828. S. 454.

8 *Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie.* Hft. I. Leipzig 1826. S. 15. Taf. V. Fig. 3. Nr. 11.

9 A. a. O. Pl. 72. *j'*.

10 The Myology of the limbs of Pteropus. — *Journ. of anat. a. physiol.* Vol. III. Cambridge and London 1869. p. 301. Pl. VI. Fig. 1. Pect. *a*.

vorigen. Nach ihm ist diese Portion, welche die aufsteigende, äussere Abtheilung des Rectus abdominis darstellt, die sogenannte Portio ventralis nach Cuvier et Laurillard. Man hat den angegebenen Zipfel oder Portion des Pectoralis bei den Chiroptera auch homolog dem Chondro-epitrochlearis beim Menschen gedeutet, obgleich sie bald als Epigastricalportion des Pectoralis von der Vagina recti abdominis (Cuvier et Laurillard), bald als Costalportion von demselben Muskel (Carus) entsprungen, bald sogar als eine dem Rectus abdominis gehörige Abtheilung (Meckel, Humphry) gesehen worden waren. Die Epigastrical- oder Costalportion des Pectoralis major bei den Chiroptera mag homolog sein denselben Portionen des Pectoralis major beim Menschen, dass aber eine Portion des Rectus abdominis bei den Chiroptera homolog sein solle einer dem Pectoralis major des Menschen angehörigen Portion, die nicht vom Rectus herrührt, ist kaum annehmbar; und dass die bei den Chiroptera als homolog dem Epigastrico- oder Chondro- oder Costo-epitrochlearis des Menschen gedeutete Portion des Pectoralis major ihrem Ansatze nach wie beim Menschen ein M. epitrochlearis gewesen wäre, ist, so wie beim Affen, nicht nachgewiesen.

Dasselbe ist wohl auch bei noch anderen Säugethieren der Fall.

Erklärung der Tafel.

Fig. 7. Thoraxhälfte mit Schulter, Oberarm und Ellenbogen der rechten Seite eines Mannes.

Fig. 8. Untere Oberarmhälfte und Ellenbogen der linken Seite desselben Mannes.

Bezeichnung für beide Figuren.

1. Knöcherne V. Rippe.
2. Epitrochleus.

a Ligamentum intermusculare internum brachii.
a' Das vordere supernumeräre Blatt desselben.
b Musculus costo-epitrochlearis.
b' Sehne desselben.
c M. brachialis internus.
c' Oberflächliche vom vorderen supernumerären Blatte des Lig. intermusculare internum brachii entspringende Schicht desselben.
d Supernumeräres Caput des M. biceps brachii, theilweise vom vorderen Blatte des Lig. intermusculare internum entsprungen.
e Supernumeräres Capitulum des M. pronator teres, von demselben Blatte entsprungen.
α Arteria brachialis.
β „ radialis.
γ „ ulnaris communis.
δ „ collateralis ulnaris inferior I.
δ' „ „ „ „ II.
ε Nervus medianus.
ζ „ ulnaris.
* Anomaler fibrös-musculöser Canal im Sulcus bicipitalis internus für den Nervus medianus.
+ Obere am unteren Ende eines elliptischen Halbcanales beginnende Oeffnung, und
‡ Untere Oeffnung des Canales.

Ueber die Bewegung der vierfüssigen Thiere aus den Gattungen equus, bos, cervus, ovis, canis sus u. s. w.

Eine Erörterung

über das in dem *Handbuch der Physiologie des Menschen* von Dr. J. Müller 2. Band, 1. Abtheilung, 1837, auf S. 126 u. 127 Gesagte.

Von

R. v. Wagner
in Stuttgart.

(Hierzu Tafel XIX, Fig. 1 u. 2.)

Die Müller'sche Darstellung lässt sich in den folgenden Sätzen zusammenfassen:

1) Der Hauptantrieb der Bewegung — das Stemmen — geschieht durch die Hinterfüsse und durch die Entwicklung ihrer Gelenke, speciell durch den jeweils am meisten zurückstehenden Hinterfuss. Die Vorderfüsse dienen hauptsächlich zur Stütze.

2) Der Schritt besteht aus 4 verschiedenen Actionen; die 4 Füsse treten nach einander in bestimmter Ordnung vor, z. B. linker Vorderfuss *a*, rechter Hinterfuss *d*, rechter Vorderfuss *b*, linker Hinterfuss *c*, u. s. w.

3) Also die diagonalen Füsse treten nach einander vor und bilden im nächsten Augenblick die Stützen.

4) Zugleich stemmt der andere — am weitesten zurückstehende — Hinterfuss, und in Folge davon wird der diagonale Vorderfuss vorgesetzt, dem dann sogleich der correspondirende Hinterfuss folgt.

5) Sind diese beiden Füsse aufgesetzt, so folgt die Vorwärtsbewegung der beiden anderen diagonalen Füsse in analoger Weise.

Bei aller Achtung vor der anerkannten Autorität ersten Ranges, als deren Product eingehender Untersuchungen diese Sätze erscheinen, kann ich doch nicht umhin in der Darstellung, so wie sie vorliegt, nach verschiedenen Richtungen hin die Uebereinstimmung mit der Wirklichkeit in etwas zu vermissen. Ich rechne dazu namentlich das Premiren der Diagonalstellung und ihrer Function als Stütze des Körpers, dann das Hervorheben der raschen Folge („sogleich") des Hinterfusses auf den Vorderfuss. Ueberhaupt aber betrachte ich die Thätigkeiten der einzelnen Füsse in den verschiedenen Actionen der Schrittbewegung als eine mehr wechselnde, so dass jeder Fuss nach einander zum Tragen, Stützen und Stemmen dient, bald mehr, bald minder. Die Folgeordnung der Füsse in diesen Functionen ist selbstverständlich immer die der Schrittbewegung eigenthümliche.

Zur näheren Begründung dieses soll die nachstehende Erörterung dienen.

Auf Grund vielfacher Beobachtungen an Pferden, Rindern, Schaafen, Ziegen, Hunden, welche entweder (als Weidethiere u. s. w.) ganz frei waren oder nur ganz zügellos geführt wurden, sowie auf Grund der an Hirschen, Damhirschen, Rehen und Wildschweinen auf der Jagd, in Wildparken und zoologischen Gärten gemachten Wahrnehmungen, kann ich die oben Punkt 2 angegebene Aufeinanderfolge der Fussbewegungen im Schritt nur als unzweifelhaft feststehend erkennen. Indessen ist damit die Erklärung des Schrittganges noch keineswegs erschöpfend gegeben. Es ist als sehr wesentlich zu betrachten, dass in dem Zeitintervall, welches zwischen dem Aufsetzen des einen und dem Aufsetzen des nachfolgenden Fusses verstreicht, noch eine weitere Thätigkeit sich einschiebt und zwar das Heben eines dritten Fusses oder das Schwingen eines zuvor schon gehobenen. Somit sind bei der Schrittbewegung für den Zeitraum, während dessen jeder Fuss einmal gehoben und dann wieder aufgesetzt wurde, nicht vier, sondern acht einzelne Actionen zu unterscheiden. Es wird beispielsweise der Fuss *d* schon gehoben, ehe der ihm vorhergehende Fuss *a* aufgesetzt ist, und wenn dieser letztere aufgesetzt wird, so verbleibt *d* noch weiter in seiner Bewegung.

Mit dem Aufsetzen von *a* soll die erste Action beginnen; während derselben sind die drei Füsse *a b c* aufgesetzt; der vierte Fuss *d* aber ist in Bewegung. Nach Verfluss einer gewissen Zeit wird dann *b* gehoben und damit beginnt die zweite Action; während derselben sind nur zwei Füsse *a* und *c* aufgesetzt, die beiden anderen *d* und *b* sind in Bewegung. Die dritte Action beginnt mit dem nun erfolgenden Aufsetzen von *d* und damit sind wieder drei Füsse aufgesetzt: *a c d*, der vierte *b* aber ist in Bewegung u. s. w.

Das Tempo, d. h. das Zeitmaass zwischen dem Aufsetzen der einzelnen Füsse, ist in der normalen Schrittbewegung ein durchaus gleichmässiges, davon kann man sich durch das Gehör und durch das Auge jederzeit überzeugen; aber auch die einzelnen Actionen erfolgen in gleichen Zwischenräumen, wie durch das Auge überall constatirt werden kann. Die weiteren Consequenzen des Tempos für spätere Erörterung vorbehaltend, gehe ich jetzt über zur Thätigkeit des Tragens, Stützens und Stemmens der Körperlast durch die einzelnen Füsse, bezw. Beine.

In der Bewegung sind die vier Beine in ihrer ganzen Ausdehnung vom Schulter- und bezw. Hüftgelenk aus bis zur Fussspitze durch die Entwicklung der bezüglichen Gelenke thätig. Die zum Tragen günstigste Stellung des Beines ist die senkrechte, bei jeder Neigung nach vor- oder nach rückwärts ist es dazu weniger geeignet, und das steigert sich mit der Steigerung der schiefen Stellung; es wirkt in solcher Lage mehr nur unterstützend.

Zum Stemmen — selbstverständlich zum Zweck des Vorschiebens des Körpers in der Richtung des Ganges — ist das Bein am geeignetsten, wenn es nach rückwärts gestellt ist, d. h., wenn das Hüft- etc. Gelenk vorwärts, der Fuss aber rückwärts der durch die Mitte des ruhenden Beines gedachten Senkrechten sich befinden; je stärker diese Neigung ist, um so erfolgreicher wird das Stemmen sein.

Vom Aufsetzen eines Fusses bis zum Wiederaufheben desselben vollziehen sich fünf Actionen, deren erste mit dem Aufsetzen beginnt und deren letzte mit dem Aufheben aufhört. Während dieser Zeit beschreibt das Bein einen Kreisbogen, dessen Mittelpunkt der aufgesetzte Fuss und dessen Peripherie das sich vorwärts bewegende Hüft- etc. Gelenk bilden. Die Vorwärtsbewegung des letzteren wird als eine gleichmässige angenommen werden dürfen und somit entsprechen den fünf Actionen fünf verschiedene Neigungen des Beines: zwei schiefe, 1 und 5, erstere mit der Neigung nach vorwärts, letztere ebenso nach rückwärts; zwei mässig schiefe, 2 und 4, wieder nach vor- und rückwärts, und endlich eine, 3, mit senkrechter oder nahezu senkrechter Stellung. Diese verschiedenen Neigungen sind in der Figur 1 durch die entsprechenden Zahlen neben dem Buchstaben des aufgesetzten Fusses angegeben. Die zum Tragen geeignetste Stellung ist nun die der dritten Action nach dem Aufsetzen; die der zweiten und vierten Action ist dazu weniger geeignet, es wird sich schon etwas mehr um ein Stützen handeln und am wenigsten dazu geeignet sind die Stellungen in den Actionen 1 und 5. Zum Stemmen, d. h. zum Vorwärtsschieben, eignet sich am besten die Stellung in der fünften Action, weniger gut die in der vierten, die übrigen gar nicht.

Betrachten wir auf Grund dieser Resultate die Thätigkeit der in jeder einzelnen Action auf dem Boden aufgesetzten Füsse und beginnen wir dabei der übersichtlicheren Darstellung halber mit der zweiten Action, so ergibt sich Folgendes (vergl. Fig. 1):

Zweite Action. Die beiden Füsse der linken Seite (*a* und *c*) sind aufgesetzt und tragen gleichmässig die Last des Körpers. Sie sind durch ihre schiefe Stellung dazu weniger gut geeignet, aber das wird ausgeglichen — für ein gemeinschaftliches Tragen — durch ihre entgegengesetzte Neigung. Ein Stemmen kann nur in untergeordneter Weise durch den linken Hinterfuss ermöglicht werden.

Dritte Action. Der rechte Hinterfuss (*d*) wird aufgesetzt und damit die rechte Seite, vorerst noch nur theilweise, in Mitthätigkeit versetzt. Das Tragen geht der Hauptsache nach über auf den linken Vorderfuss (*a*), der dazu vorzüglich befähigt ist; die beiden anderen aufgesetzten Füsse, mit starker Neigung, helfen nur etwas unterstützend mit. Das Stemmen geschieht in kräftiger Weise durch den dazu sehr geeigneten linken Hinterfuss (*c*).

Vierte Action. Der linke Hinterfuss (*c*) hebt sich; die Beihülfe der rechten Seite ist gegenüber der dritten Action in sofern eine vermehrte, als jetzt der Körper durch die zwei auf dem Boden befindlichen diagonalen Füsse *a* und *d* allein und gleichmässig getragen wird. Diese Füsse sind gegenüber den zwei aufgesetzten Füssen der zweiten Action umgekehrt geneigt, tragen aber im Uebrigen den Körper gleichmässig, wie jene. Das etwaige mässige Stemmen besorgt der linke Vorderfuss (*a*).

Fünfte Action. Der bisher noch in Bewegung gewesene zweite Fuss der rechten Seite (*b*) wird aufgesetzt. Das Tragen geschieht vorzugsweise von der rechten Seite durch den Hinterfuss *d*, die anderen beiden aufgesetzten Füsse (*a* und *b*) unterstützen. Das kräftige Stemmen geschieht durch den linken Vorderfuss (*a*).

Sechste Action. Durch Heben des linksseitigen Vorderfusses (*a*) ruht der ganze Körper auf den zwei Füssen der rechten Seite (*b* und *d*); sie tragen und stemmen wie die linksseitigen Füsse in der zweiten Action. Nun folgt wieder der allmählige Uebergang zur linken Seite, in der

Siebenten Action durch Aufsetzen des linken Hinterfusses (*c*); in der

Achten Action durch Heben des rechten Hinterfusses (*d*); in der

Ersten Action durch Aufsetzen des linken Vorderfusses (*a*); endlich in der wiedergenommenen

Zweiten Action ist es vollendet. Die Thätigkeit der einzelnen Füsse in den letztgenannten Actionen ergibt sich aus dem Obigen.

Das Tragen und Stützen des Körpers erfolgt daher abwechslungsweise durch die zwei Füsse einer Seite, durch zwei diagonale Füsse, durch die zwei Füsse der anderen Seite u. s. w. Dieser Wechsel ist aber kein momentaner, sondern ist durch je eine Zwischenaction vermittelt, in welcher die Last — beim Uebergang von der seitlichen Unterstützung zur diagonalen — vorzugsweise auf dem Vorderfuss ruht, während der eben neu aufgesetzte Hinterfuss nebst dem schon stehenden Hinterfuss mehr nur beihelfen. In der Zwischenaction beim Uebergang von der diagonalen Unterstützung zur seitlichen ruht dagegen die Last vorzugsweise auf dem Hinterfuss; der eben aufgesetzte und der stehende Vorderfuss sind nur Beihülfe. Das Tragen geschieht somit abwechslungsweise durch alle vier Füsse und zwar in der Folgeordnung des Ganges: in der dritten Action durch *a*, in der vierten durch *a* und *d* gleichmässig, in der fünften durch *d*, sechsten durch *d* und *b* gleichmässig, siebenten durch *b* u. s. f.

Das Stemmen geschieht vorzugsweise nur in den Actionen, während welcher drei Füsse aufgesetzt sind; die dazwischen liegenden Actionen aber bilden den Uebergang dazu. Die Folgeordnung dabei ist abermals die des Ganges: erste Action *b*, zweite Action *c* beginnend, dritte *c*, vierte *a* beginnend u. s. w.

Ueber die Thätigkeit der Füsse vom Aufheben an bis zum Wiederaufsetzen derselben sei Nachstehendes bemerkt.

Aus dem bisherigen ergibt sich, dass jeder Fuss erst dann gehoben wird, wenn er die am meisten nach rückwärts gerichtete Stellung erreicht hat. Das Hüft- und bezw. das Schultergelenk ist in diesem Moment weit vor- und der Fuss weit zurückgestellt. Die Hebung geschieht durch Biegen der Gelenke. Der unten nicht mehr am Boden haftende Fuss tritt nun in eine pendelartige Bewegung um das Hüft- etc. Gelenk, und diese Schwingung wird dadurch noch gesteigert, dass der Aufhängepunkt des schwingenden Pendels, das Hüft- etc. Gelenk, in steter Vorwärtsbewegung begriffen ist. Sie wird noch des Weiteren dadurch erleichtert, dass im Moment der grössten Entfernung des Aufhängepunktes vom Boden, d. h. bei senkrechter Stellung des Pendels, der correspondirende Nebenfuss (vorn oder hinten) eben auch die senkrechte Stellung angenommen hat und somit das Vorder- oder Hintertheil am meisten gehoben ist. Dadurch wird das Anstreifen des schwingenden Fusses am Boden auch bei weniger stark gebogenen Gelenken vermieden. Ob die Geschwindigkeit des schwingenden Fusses während der ganzen Dauer dieses Zustandes die gleiche ist, lasse ich dahingestellt; für die vorstehende Betrachtung wird sie, ohne damit in Fehler zu gerathen, als eine gleichmässige angenommen werden können.

Der Zeitraum vom Heben eines Fusses bis zum Moment seines Wiederaufsetzens umfasst drei Actionen; in jeder derselben wird er somit ein Drittel seines Weges zurücklegen. Es ist das für die späteren Betrachtungen von Interesse und deshalb habe ich in der Fig. 1 den Platz, welchen der sich bewegende Fuss zu Beginn jeder Action einnimmt, mit seinem Buchstaben, und den Weg, den er während der Dauer der Action zurücklegt, durch eine punktirte Linie bezeichnet; ausserdem noch durch die dem Buchstaben beigesetzte Zahl angegeben, in welchem Theil seiner Schwingung er sich befindet. Die am Schluss angefügte Tabelle gibt eine Uebersicht über das Verhalten der Füsse während der einzelnen in Obigem beschriebenen Actionen.

Die Länge, um welche jeder einzelne Fuss bei jeder Bewegung vorwärts gesetzt wird, beträgt erfahrungsmässig bei den genannten Thieren in der Schrittbewegung zwei Drittel des Raumes, welcher beim Feststehen die Hinterfüsse von den Vorderfüssen trennt (wenn von Mitte zu Mitte der Fusssohle gemessen wird). Der Uebergang von der Fussstellung des Stehens in die veränderte während des Gehens vollzieht sich sofort mit den ersten Tritten, die deshalb stets etwas unregelmässig sind; dann erfolgt das regelmässige normale Gehen. Dieses selbst geschieht der Art, dass der Hinterfuss stets in die Fährte des Vorderfusses gesetzt, also jeder Schritt je von den zwei Füssen einer Seite doppelt gemacht wird. (Abweichungen hiervon durch Ueberschreiten der Vorderfährte oder Zurückbleiben hinter derselben mit dem Hinterfuss kommen vor, sind aber für den Mechanismus des Ganges nicht von Belang.) Die Schritte werden abwechslungsweise von den Füssen beider Seiten gemacht und dabei greift der Vorderfuss, welcher einen Schritt macht und in diesem Moment um eine halbe Schrittlänge hinter dem andern Vorderfuss sich befindet, um eine (weitere) halbe Schrittlänge über diesen hinaus. Deshalb stehen die Fährten der einen Seite stets in der Mitte zwischen zwei Fährten der andern Seite. Diese Art der Fussstellung in der Schrittbewegung hilft sehr wesentlich mit zur Förderung des Ganges; denn durch sie erst erhalten die bezüglichen Füsse die nöthige schiefe Stellung, wie sie das Stemmen verlangt; die Weite des einzelnen Schrittes ist dadurch ganz wesentlich bedingt. (S. dazu Fig. 2 *a* und *b*.)

Was nun das Tempo betrifft, d. h. die Dauer der Vorwärtsbewegung eines Fusses, die damit bedingte Dauer aller einzelnen Actionen und das mehr oder minder rasche Durchschreiten eines gewissen Raumes, so ist dieses (Tempo) für gewöhnlich ein sehr mässiges, weil das sich frei bewegende Thier die Schrittbewegung nur dann wählt, wenn es ganz vertraut und langsam umherziehen will. Soll die Vorwärtsbewegung eine raschere sein, dann wählt es den Trab. Gewisse Steigerungen der

Schrittbewegung kommen aber vor und sind unter Beibehaltung des geschilderten Bewegungsmechanismus durchaus ausführbar. Ich verstehe darunter sowohl die vergrösserten Schritte, als auch die rascher vor sich gehende Dauer der einzelnen Fussbewegungen, oder beides zusammen. Auch eine Verminderung der normalen Schrittbewegung kann eintreten durch ein entgegengesetztes Verhalten. Als belangreich für die hier vorliegende Frage erscheint mir nur zu constatiren, und zwar auf Grund des oben entwickelten Mechanismus der Schrittbewegung, dass jedes beliebige Verlängern oder Verkürzen der Schritte, beziehungsweise jedes durch den Bau des Thieres überhaupt bedingte Uebergreifen oder Zurückbleiben des Hinterfusses gegenüber der Fährte des Vorderfusses möglich ist und ebenso jede Beschleunigung der Action; letzteres selbstverständlich immer nur innerhalb der Grenzen, welche eben durch die Einzelnbewegung jedes Fusses gesteckt sind.

Trotzdem beobachtet man nicht eben selten bei Pferden, besonders wenn sie müde sind, aber auch in selteneren Fällen bei anderen Thieren, z. B. bei Hirschen, eine andere Art der Bewegung, den Pass. Man versteht darunter diejenige Art der Fortbewegung, bei welcher, analog wie beim Trab, je zwei Füsse zumal in Bewegung und aufgesetzt werden. Beim Trab sind das die zwei diagonalen, beim Pass aber die zwei gleichseitigen Füsse. Die Passbewegung unterscheidet sich aber noch ferner vom Trab dadurch, dass sie häufig in langsamem Tempo gemacht wird, so dass der Raum nicht rascher durchschritten wird, als im Schritt auch. Nichtsdestoweniger ist aber die Passbewegung etwas für sich Bestehendes, vom Schritt gänzlich Verschiedenes. Das Tempo in letzterem mag verlangsamt oder beschleunigt werden nach Belieben, ein Pass kann nie daraus entstehen, ebensowenig wie ein Trab. Frage aber wäre, warum wählt das Thier die Passbewegung? Sehr hochbeinigen und dabei einen relativ kurzen Rumpf zeigenden Thieren scheint die Passbewegung vorzugsweise eigen zu sein.

Tabelle über die Thätigkeit der Füsse in der Schrittbewegung.

		1.	2.	3.	4.
Erste	Action	*A c b*	*d*	*b*	*c*
Zweite	„	*a c*	*d b*	—	*a c*
Dritte	„	*D a c*	*b*	*c*	*a*
Vierte	„	*d a*	*b c*	—	*d a*
Fünfte	„	*B d a*	*c*	*a*	*d*
Sechste	„	*b d*	*c a*	—	*b d*
Siebente	„	*C b d*	*a*	*d*	*b*
Achte	„	*c b*	*a d*	—	*c b*
Erste	„	*A c b*	*d*	*b*	*c*

Es bezeichnen die einzelnen Columnen:

1. Die auf den Boden aufgesetzten Füsse. Die Bezeichnung des mit Beginn der Action eben aufgesetzten Fusses ist mit Initial-Buchstaben gegeben.
2. Die in Bewegung befindlichen Füsse.
3. Den am längsten aufgesetzt gewesenen Fuss; er befindet sich in starker nach rückwärts gerichteter Stellung und ist vorzugsweise durch Stemmen des Körpers thätig. Unmittelbar darauf, mit Beginn der folgenden Action, wird er gehoben.
4. Den vorzugsweise tragenden Fuss und bezw. die zwei gleichmässig tragenden Füsse.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1 stellt die einzelnen Actionen der Schrittbewegung in ihrer Reihenfolge dar.

Die einzelnen Actionen sind mit I. II. u. s. f. bezeichnet.

Die den aufgesetzten Füssen angefügten Zahlen bedenten den Zeitabschnitt des Aufgesetztseins und damit zugleich den Grad und die Richtung, unter welchen das Bein gegen den Boden geneigt ist. — Die aufgesetzten Füsse sind durch ausgezogene Linien unter einander verbunden, so dass durch die hierdurch entstehenden Zeichnungen der Wechsel im Tragen des Körpers veranschaulicht wird.

Die punktirten Linien geben den Weg an, welchen der oder die schwingenden Füsse während der Dauer der Action durchlaufen. Die Bezeichnung des schwingenden Fusses ist neben die zugehörige Linie gesetzt, und durch die beigesetzte Zahl ist derjenige der drei Zeitabschnitte der Schwingung angegeben, welchen der Fuss in der betreffenden Action durchläuft.

Fig. 2 a und **b** sollen das gegenseitige Verhalten der vier Beine für die acht Actionen in einheitlicher Uebersicht darlegen und zugleich zeigen, wie derselbe Schritt auf jeder Seite zwei Mal (einmal von dem Vorder- und einmal von dem Hinterbeine) ausgeführt wird, auch nicht minder wie die Fährten der einen Seite mit denen der andern Seite alterniren; endlich soll die Unterstützung des Körpers durch die jeweils auf dem Boden aufgesetzten Beine veranschaulicht werden.

Berücksichtigt ist in der Zeichnung zunächst der Abschnitt der Gehbewegung, welcher beginnt mit dem Aufgesetztwerden von *A* und der endet mit dem Wiederaufgesetztwerden desselben Fusses *A*.

Für die hierher gehörigen Beziehungen der Beine sind deren Namen mit gewöhnlichen Buchstaben bezeichnet und zwar an den Punkten, wo der Fuss aufgesetzt wird, mit Initial-, an den Punkten während der Bewegung mit kleinen Buchstaben. Gleichfalls in gewöhnlicher Schrift sind bezeichnet: die einzelnen Actionen mit römischen, die einzelnen Bewegungsmomente während der Schwingung eines Beines mit arabischen Zahlen; letztere sind dem das bezügliche Bein darstellenden Buchstaben angefügt. Die zu Beginn des dargestellten Bewegungsabschnittes feststehenden Beine sind mit *A B* u. s. w. bezeichnet, das Wiederaufgesetztwerden eines Beines während des Abschnittes hat die Bezeichnung $^{\times}A$ $^{\times}B$ u. s. w. Endlich sind der Zeichnung angefügt eine dem dargestellten Bewegungsabschnitt vorhergehende und acht ihm folgende Actionen, so dass die ganze Figur (wenn von ersterer Action abgesehen wird) zwei Schritte darstellt. Die Bezeichnungen dieser angefügten Actionen sind durchaus analog den vorstehend erklärten, sie sind in Cursivschrift angebracht.

In gleicher Weise wie die Schritt-, sind die Gehlinien des massgebenden Abschnittes mit starken, die des vorhergehenden und des folgenden Abschnittes mit feinen Strichen bezeichnet; zu weiterer Uebersichtlichkeit sind hierbei die Actionen, in welchen ein Fuss aufgesetzt wird, ausgezogen, die übrigen gestrichelt. Die Aufsatzpunkte der Füsse sind durch kleine Ringe bezeichnet.

Hiernach lesen wir in dem gegebenen Schema z. B. für $^{\times}B$: Dieser Fuss hat schon während der Actionen V, VI, VII, VIII des dargestellten Abschnittes festgestanden, bleibt auch während der Action IX (I des folgenden Abschnittes) stehen, schwingt dann in Action X (II) nach b^2, in der Action XI (III) nach b^3 und in der Action XII (IV) nach $^{\times\times}B$, wo er aufgesetzt wird und dann stehen bleibt durch die Actionen XIII, XIV, XV, XVI (V, VI, VII, VIII) dieses und XVII (I) des nächstfolgenden Abschnittes.

Die während des Gehens stattfindende Unterstützung des Körpers durch die feststehenden Beine soll durch Fig. 2 *b* veranschaulicht werden. Fig. 2 *b* ist der Fig. 2 *a* ganz gleich, nur sind die jeweils unterstützenden Beine durch gerade Linien verbunden, und um die Figur einfacher zu machen, die in 2 *a* angegebene Bezeichnung der Actionen durch Zahlen weggelassen. An den die jeweils bewegenden Beine verbindenden Linien sind die Actionen, während denen dies stattfindet, in arabischen Zahlen angeschrieben. Auch hier hat die fette und magere Schrift durchaus die Bedeutung wie in 2 *a* angegeben.

Wir lesen somit z. B. aus diesem Schema, dass in der ersten Action die drei Beine *A B C* unterstützen, in der zweiten ebenso *A* und *C*, in der dritten *C A B*, in der vierten *A B*, in der fünften $D^{\times}$ $B^{\times}$ u. s. w. Oder für die einzelnen Beine: *A* unterstützt unmittelbar, nachdem es aufgesetzt ist, in der ersten Action, ebenso in der zweiten, dritten, vierten, fünften, nach welcher es mit Beginn der sechsten Action gehoben wird und bis zum Schluss des Abschnittes in Bewegung bleibt. Oder endlich: die Unterstützung des Körpers findet statt durch die linksseitigen Beine in der Action 2, durch die rechtsseitigen in der Action 6, durch diagonale Beine in den Actionen 4 und 8; in allen übrigen Actionen wird sie durch drei Füsse geleistet.

Nachtrag zu vorstehendem Aufsatz.

Von

Prof. Hermann Meyer
in Zürich.

(Hierzu Taf. XIX, Fig. 3 u. 4.)

Hr. v. Wagner hatte die Freundlichkeit, mir den vorstehenden Aufsatz vor der Veröffentlichung handschriftlich mitzutheilen und gewährte mir die Erlaubniss, demselben Zusätze beizufügen. Ich benutze diese Erlaubniss zu einer Untersuchung darüber, wie sich die Unterstützung und Fortbewegung des Schwerpunktes gestalten muss, wenn die in vorstehendem Aufsatze aufgestellten Sätze als Ausgang für diese Untersuchung genommen werden.

Für diese Untersuchung genügt es, den Schwerpunkt genau in die Mitte des Rumpfes zu legen, und den Rumpf in der Seitenansicht als Linie, in der Ansicht von oben als ein Rechteck zu schematisiren. Kopf und Hals können dabei vernachlässigt werden, weil sie einen so wichtigen Einfluss auf die Lage des Schwerpunktes nicht äussern, dass deswegen die angenommene Lage desselben eine wesentliche Veränderung erfahren müsste. Ausserdem ist auch die Ungenauigkeit jener Annahme der Art, dass sie eine Nichtberücksichtigung von Kopf und Hals corrigirt. In dem Rumpfe allein muss ja, da dessen hinterer Theil schwerer und massiger ist, als der vordere Theil, der Schwerpunkt hinter der Mitte der Länge gelegen sein; die Anfügung von Kopf und Hals bringt ihn weiter nach vorn, und somit mag er etwa gerade in die Mitte der Länge zu liegen kommen. Dass er wegen des bilateralen symmetrischen Baues in die Mittelebene fallen muss, ist selbstverständlich.

Um die Wirkung der Schwere auf die Beine zu verstehen, haben wir uns den Schwerpunkt in der Mitte der Wirbelsäule aufgehängt zu denken. Von hier aus wird dann die eine Hälfte der Schwere auf das

Becken und dessen Unterstützung (durch ein oder zwei Hinterbeine) übertragen, und die andere Hälfte nach vorn auf den vorderen Theil des Brustkorbes und dessen Unterstützung (durch ein oder zwei Vorderbeine).

Untersuchen wir nun, wie in den einzelnen, durch v. Wagner aufgestellten Actionen, deren Bezeichnungen hier beibehalten sind, die Unterstützung des Schwerpunktes stattfindet, so finden wir eine überraschende Gleichmässigkeit derselben, wie Fig. 3 zu zeigen geeignet ist. — Zum Verständniss dieser Figur sei beigefügt, dass die Schrittlänge des einzelnen Beines der Rumpflänge gleich angenommen ist, oder vielmehr, da die schematisirten Beine dem Ende der Linie, welche den Rumpf darstellt, eingefügt sind, gleich dem Abstand zwischen Schulter- und Hüftgelenk. Der Rumpf ist in der Zeichnung zu vier Quadratlängen (des Netzes) angenommen. Der Schritt des einzelnen Beines besitzt daher auch vier Quadratlängen und ebenso viel die Excursion des oberen Endes (Hüftende, Schulterende) des Beines. Die Skizze *a* zeigt, wie auf diese vier Quadratlängen die fünf verschiedenen durch v. Wagner aufgestellten Neigungen des aufgesetzten Beines, ich darf nicht sagen vertheilt sind, sondern vertheilt gedacht werden können; denn die mathematische Ungenauigkeit der Figur ist mir vollständig bewusst; — für die vorliegende Frage ist diese Ungenauigkeit indessen von keiner Bedeutung.

I, II, III und IV der Fig. 3 geben nun eine schematisirte Seitenansicht der gleichnamigen v. Wagner'schen „Actionen".

In I steht das Bein *c* in der dritten Neigung (d. h. senkrecht) hinten, und vorn stehen ganz symmetrisch *a* in der ersten und *b* in der fünften Neigung. Die Beine *a* und *b* stellen also gewissermaassen einen tragenden Bock dar, welcher die vordere Hälfte der Schwere gleichmässig auf beide Vorderbeine vertheilt trägt, während das senkrecht gestellte hintere Bein *c* die hintere Hälfte allein zu tragen hat. Insofern hat v. Wagner recht, das senkrecht gestellte Bein als das vorzugsweise tragende zu bezeichnen; es hat wenigstens doppelt so viel zu tragen, als jedes der beiden vorderen.

In II finden wir nur zwei Beine *a* und *c*, aber diese so symmetrisch in ihrer Neigung gestellt, dass sie zusammen einen tragenden Bock darstellen.

In III wiederholt sich das Verhältniss von I. Nur sind es hier die beiden Hinterbeine, welche den Bock bilden.

In IV ist ein ähnliches Verhältniss wie in II, nämlich symmetrische Neigung der beiden diagonal gegenüberstehenden Beine und damit wieder eine gleichmässige Unterstützung der Schwere vorn und hinten.

Für die Actionen V, VI, VII und VIII würde die Seitenansicht dieselbe sein, wie für die ersten vier Actionen. Deshalb sind diese auch nicht in gleicher Weise hier ausgeführt.

Sehen wir nun aus diesem, wie in einer jeden Action der Schwerpunkt gleichmässig hinten und vorn unterstützt ist, so zeigt uns Fig. 4 die Fortbewegung des Schwerpunktes in den einzelnen Actionen. — Zum Verständniss dieser Figur sei Folgendes angegeben: Der Rumpf ist, von oben gesehen, als Rechteck dargestellt, dessen Eckpunkte die beiden Schultergelenke und die beiden Hüftgelenke sind; — der Schwerpunkt ist als Punkt in der Mitte des Rechteckes eingezeichnet; — die aufgesetzten Vorderfüsse sind durch Kreuzchen, die aufgesetzten Hinterfüsse durch Punkte angegeben. Ein Vergleich mit den entsprechenden Zeichnungen von Fig. 3 wird diese Darstellung noch näher zu erläutern im Stande sein. Die weiteren Einzeichnungen sind später zu erklären.

Das Erste, was wir aus der Reihe dieser Figuren erkennen, ist der Umstand, dass bei richtiger Stellung des Rechteckes über den Beinen, wie diese für die einzelnen Actionen in ihrer Neigung bestimmt sind, in einer jeden folgenden Action das den Rumpf darstellende Rechteck um eine Quadratlänge (des Netzes) vorgeschoben ist.

Es ist demnach bei dem Uebergang von einer Action in die andere ein vollständig gleichmässiges Vorwärtsrücken des Schwerpunktes gegeben.

Bekanntlich finden bei dem Quadrupedengange auch seitliche äquilibrirende Schwankungen statt und es bleibt noch zu untersuchen, ob diese sich ebenfalls durch die Aufstellung der acht Actionen genügend erklären.

Gehen wir für diese Untersuchung von IV aus, so finden wir, dass die Diagonale zwischen den beiden aufgesetzten Füssen gerade unter dem Schwerpunkt durchgeht, dass dieser somit unmittelbar unterstützt ist.

Gehen wir zurück auf II, so sehen wir, dass hier die Unterstützung nur durch die beiden Füsse derselben Seite gegeben ist, dass also der Schwerpunkt, wenn er gehörig unterstützt sein soll, in die durch den Ring bezeichnete Mitte der Verbindungslinie beider Beine gebracht werden muss, und dieses geschieht durch eine Seitwärtsneigung des Rumpfes, welche diesen in die durch das punktirte Rechteck bezeichnete Lage bringt.

Gehen wir dann weiter auf VI, so finden wir hier dasselbe Verhältniss, wie in II, nur mit dem Unterschiede, dass hier für die rechte Seite dasselbe stattfindet, wie in II für die linke Seite.

Um aus der Action II durch IV in VI überzugehen, muss also der Schwerpunkt von links (II) durch die Mitte (IV) nach rechts geführt werden, und von da wieder durch die Mitte (VIII) nach links (II′) u. s. w.

Wir haben hiermit die Schwankungen von einer Seite zur andern, oder vielmehr die abwechselnden Neigungen des Rumpfes nach rechts und nach links gegeben. In Wirklichkeit gestalten sich diese jedoch, namentlich für hochbeinige Thiere (wie z. B. Pferde), nicht so stark, wie in dem Schema, weil die Füsse mehr gegen die Mittelebene hin aufgesetzt werden; bemerklicher sind sie schon bei kurzbeinigen Thieren (z. B. Rindern).

Es ist jetzt nur noch die Frage, ob auch diese Seitenschwankungen aus der gegebenen Darstellung der Schrittbewegung als gleichmässig vor sich gehende erkannt werden können. I, III, V und VII, sowie I′ belehren darüber.

In II musste der Schwerpunkt seine Unterstützung in der linken Seitenlinie finden, weil nur die beiden Beine derselben (linken) Seite aufgesetzt waren. In III sind dem Schwerpunkt drei Beine für die Unterstützung zur Verfügung, nämlich ein vorderes und zwei hintere. In der Zeichnung sind dieselben durch ein Dreieck verbunden. Die Last vertheilt sich gleichmässig auf das Vorderbein und die Verbindung der beiden Hinterbeine (vergl. III in Fig. 3). Die in dem Dreieck gezogene Diagonale ist also diejenige Linie, in welcher der Schwerpunkt seine sicherste Unterstützung findet, und zwar ist es insbesondere die Mitte dieser Linie, wo der Ring gezeichnet ist. Soll demnach in der Action III eine geeignete Unterstützung des Schwerpunktes gegeben sein, so muss durch entsprechende Seitwärtsneigung des Rumpfes der Schwerpunkt desselben an die Stelle geführt werden, welche durch den Ring bezeichnet ist; der Rumpf besitzt dann die durch die punktirten Linien angedeutete Seitwärtslage. — Vergleichung der Zeichnung III mit den Zeichnungen II und IV lässt ohne Mühe erkennen, dass diese Seitwärtslage genau die Mitte hält zwischen der Seitwärtslage in II und der centralen Lage in IV.

Nach den gleichen Grundsätzen sind die den gleichnamigen Actionen entsprechenden Zeichnungen I, V, VII und I′ entworfen, und die Vergleichungen der ganzen Reihe von Zeichnungen von I bis II′ zeigt auf das Deutlichste, wie die wechselnden Seitwärtsschwankungen durch die Art der Unterstützung in den einzelnen Actionen in ruhiger Gleichmässigkeit vor sich gehen müssen.

Wenn demnach die in diesem Nachtrage geführten Untersuchungen im Stande gewesen sind, durch Verwendung der in dem vorstehenden Aufsatze aufgestellten Grundsätze zu erklären:

1) wie in jedem Zeitpunkte der Gehbewegung der Schwerpunkt entsprechend unterstützt ist,

2) wie die Vorwärtsbewegung des ganzen Körpers eine durchaus gleichmässige ist,

3) warum die wechselnden Seitwärtsschwankungen nothwendig sind und wie sie in ruhiger Gleichmässigkeit zu Stande kommen,

so werden wir nicht anstehen, zu erkennen, dass die Frage über die Grundsätze, nach welchen der Quadrupedengang zu Stande kommt, durch die Untersuchungen des Hrn. v. Wagner nunmehr eine endgültige Lösung gefunden hat.

Zur Mechanik des Kniegelenkes.

Von

A. Eugen Fick,

Assistent am anatomischen Institut zu Breslau.

Aus dem anatomischen Institut in Breslau.

Bei Gelegenheit einer Untersuchung über die zweigelenkigen Muskeln des Oberschenkels bin ich auf eine Thatsache gestossen, die eine Erscheinung des täglichen Lebens in höchst einfacher und überraschender Weise erklärt. Da mir die Umstände nicht erlauben, jene Untersuchung in der nächsten Zeit zu beendigen und ausserdem eine Erörterung der beiläufig gefundenen Thatsache eine Abschweifung von der eigentlichen Aufgabe sein würde, so will ich hier in einer besonderen kleinen Abhandlung den für Anatomen gewiss nicht uninteressanten Fund besprechen.

Es handelt sich nämlich um die bekannte Thatsache, dass ein Mensch seinen Unterschenkel willkürlich nicht so weit zu beugen vermag, als es der Gelenkeinrichtung nach möglich und zu erwarten wäre. Nur wenn man seinen Unterschenkel gewaltsam nach hinten schleudert, gelingt es, mit der Ferse die Gegend des Sitzknorrens zu erreichen. Diese scheinbare Ausnahme findet offenbar darin ihre Erklärung, dass im Anfange der Bewegung dem Unterschenkel eine sehr beträchtliche Geschwindigkeit und damit eine Summe von lebendiger Kraft ertheilt wird, die genügend ist, um die Grenze der überhaupt möglichen Beugung zu erreichen, auch wenn schon vor dieser Grenze die beschleunigende Kraft zu wirken aufgehört hat. Durch äussere Kräfte, etwa durch die Schwere des in die Kniebeuge herabsinkenden Körpers ist es dagegen leicht, den äussersten Grad von Beugung im Kniegelenk herbeizuführen.

Den Winkel, um welchen die active Maximalbeugung von der passiven übertroffen wird, haben nun die Gebrüder Weber[1] gemessen und

[1] *Mechanik der Gehwerkzeuge.* S. 171.

20° gross gefunden. Dem Grund dieses Unterschiedes scheinen jene berühmten Gelehrten weiter nicht nachgeforscht zu haben. Dagegen finde ich in den mir bekannten anatomischen Schriften von zwei anderen Forschern die erwähnte Frage besprochen und in verschiedenem Sinne beantwortet. H. Meyer,[1] der eine von ihnen, sucht die Ursache jener Erscheinung in der Gelenkeinrichtung unseres Knies. Er sagt nämlich, dass die Grenze der willkürlich ausführbaren Beugung in dem Augenblick erreicht wird, wo der hinterste Punkt des Tibiaknorrens sich an das Femur anstemmt; und zwar soll nicht etwa durch Spannung der Gelenkbänder, sondern durch diese Anstemmung der Knochenenden selbst dem weiteren Beugen Einhalt geboten werden. Meyer fügt dann hinzu, dass es äusseren an grossen Hebelarmen wirkenden Gewalten, also etwa der am Fussende des Schienbeines angreifenden Hand gelinge, um jenen Stemmpunkt als neues Hypomochlion eine weitere Beugung der Tibia zu bewerkstelligen.

Nach seiner Auffassung wären also die Beugemuskeln nicht stark genug, um die neue Bewegungsform einzuleiten. Ehe wir nun die Muskeln auf ihre Leistungsfähigkeit untersuchen, mögen verschiedene Einwände besprochen werden, die sich gegen H. Meyer's Darstellung des Gelenkmechanismus machen lassen.

Zunächst dürfte es vielleicht nicht ganz richtig sein, die Hemmung der Beugung auf das Anstemmen eines Tibiapunktes an das Femur zurückzuführen. Denn angenommen, eine solche Anstemmung fände wirklich statt, so würde dieselbe eine Fortsetzung der Beugung nur dann unmöglich machen, wenn ein Auseinanderklaffen der Gelenkflächen durch die Gelenkeinrichtung ausgeschlossen wäre. Dies Klaffen ist aber, wie H. Meyer ausdrücklich behauptet, durch besondere Vorrichtungen möglich gemacht, und es müsste sich deshalb, ohne dass mehr Kraft nöthig wäre, die Beugung bis zum Aneinanderliegen der Tibia und des Femur bringen lassen, vorausgesetzt, dass nicht Anspannung von Hemmungsbändern hindernd in den Weg tritt. Da aber an einem von Haut, Muskeln und Bindegewebe befreiten Beine die Beugung nicht so weit möglich ist, vielmehr aufhört ehe Tibia und Femur parallel nebeneinander liegen, so wird man nicht umhin können, das Aufhören der Beugung einer Anspannung von Gelenkbändern zuzuschreiben, wodurch freilich eine gleichzeitige Anstemmung eines Tibiapunktes an das Femur grundsätzlich noch nicht ausgeschlossen wäre. Indessen ist diese Anstemmung wenigstens für die Restbeugung (so möge der Kürze halber der Unterschied zwischen activer und passiver Maximalbeugung genannt werden)

---

[1] *Die Statik und Mechanik.* S. 358.

nicht gerade wahrscheinlich. Denn es entfernen sich, wie man an jedem geöffneten Kniegelenk sieht, bei Drehung der Tibia um einen Stemmpunkt am Femur der Ursprung und Ansatz des Lig. cruciat. ant. so merklich von einander, dass dieses bei gebeugtem Knie ohnehin straff gespannte Band sich auf das Doppelte seiner Grösse verlängern müsste, wenn der Schenkel auch nur 20° in der angegebenen Weise gebeugt werden sollte. Um mich nun durch den Augenschein zu überzeugen, ob der von H. Meyer beschriebene Vorgang stattfindet oder nicht, brachte ich ein frisches Kniegelenk in die äusserste, willkürlich nur durch Schleuderung erreichbare Beugung, und liess das Präparat in dieser Haltung fest gefrieren. Hierauf wurde mit der Säge ein Längsschnitt angelegt, der auf der Axe eines der Condylen senkrecht stand und die

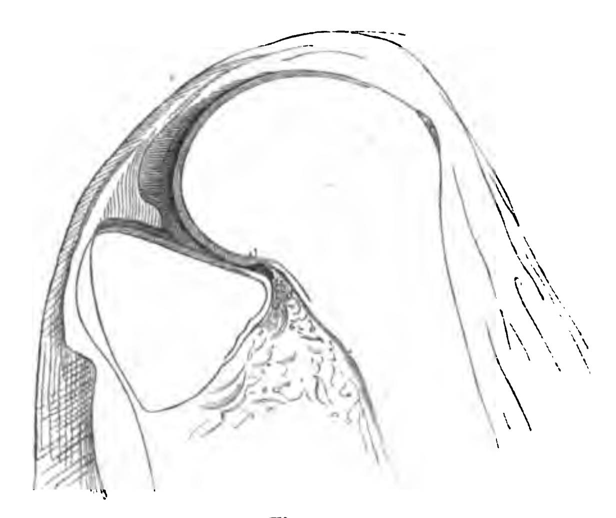


Fig. 1 *a*.

stärkste Convexität desselben enthielt. Alle so gewonnenen Durchschnitte zeigten ohne Ausnahme, dass ein kleines Stück der Tibiagelenkfläche mit einem Stück der Femurgelenkfläche in genauer Berührung war, was natürlich niemals hätte der Fall sein können, wenn die Restbeugung in der von Meyer beschriebenen Weise vor sich gegangen wäre. An der Mehrzahl derselben war eine Anstemmung der Tibia überhaupt nicht eingetreten, obgleich die Grenze der Bewegung mit aller Bestimmtheit erreicht worden ist. Nur in einem Fall, in Fig. 1 *a* abgebildet, könnte man allenfalls von einer Anstemmung reden, obgleich auch hier nicht der Stemmpunkt da liegt, wo man ihn zu suchen geneigt wäre, nämlich an der Durchschnittsstelle zwischen der Ebene der Tibiagelenkfläche und

dem Femur, sondern vielmehr oberhalb dieser Ebene durch Vermittelung des, in der Zeichnung schwarz gehaltenen, Semilunarknorpels.

Obwohl mir die Durchschnitte gefrorener Kniegelenke vollkommen überzeugend zu sein schienen, suchte ich doch auf eine andere Weise, und zwar auf folgende, einen ganz unmittelbaren Einblick in die Bewegungsform während der Restbeugung zu gewinnen. Das Oberschenkelbein eines im Maximum der Beugung gefrorenen und dann aufgesägten Kniegelenkes wurde auf den Tisch festgenagelt und am Fussende der Tibia ein kleiner Compass befestigt. Nachdem das Präparat aufgethaut und somit die Tibia wieder beweglich war, drehte ich dieselbe aus der äussersten Beugung um 20° beziehungsweise 16° in eine weniger stark gebeugte Stellung zurück, was sich mit Hülfe des erwähnten Compasses

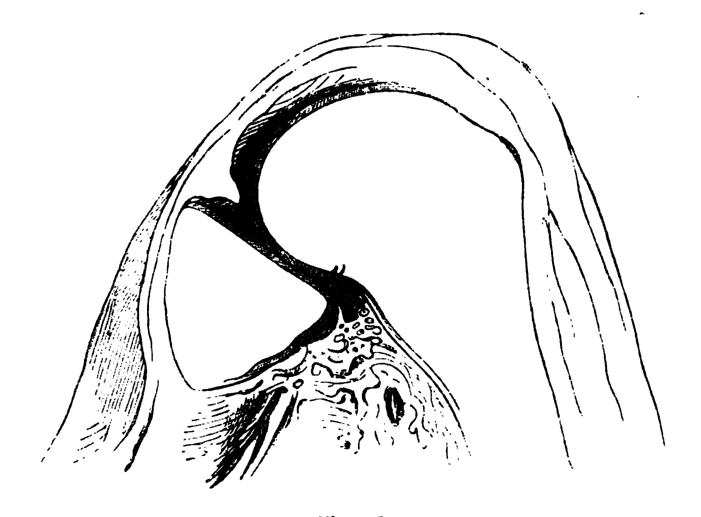


Fig. 1 *b*.

sehr bequem ausführen liess. Während dessen liess ich durch eine ganz unbefangene Person die Bewegung des Tibiakopfes am Femur beobachten und erhielt jedesmal die bestimmte Versicherung, dass ein Aufwickeln der Gelenkflächen und ein gleichzeitiges Vorwärtsgleiten der Tibia stattgefunden hätte, also gerade diejenige Form von Gelenkbewegung, welche für das Kniegelenk bezeichnend ist. Um dieses Versuchsergebniss dem Leser vor Augen führen zu können, ist diese zweite Lage der Knochen in Fig. 1 *b* abgebildet worden, und zwar um möglichster Genauigkeit willen auf folgende Weise: Auf die Schnittfläche des Kniegelenkes wird eine Glastafel gelegt und mit Tinte eine Umrisszeichnung durchgepaust. Diese Linien lässt man trocknen, überträgt sie gleichfalls mit Hülfe des

Durchpausens auf starkes Papier und führt nun die Zeichnung mit Hülfe eines Zirkels so genau als möglich aus. Beim Betrachten der Figuren 1 *a* und 1 *b*, die den zwei verschiedenen Lagen desselben Präparates entnommen sind, sieht man nun ohne Weiteres, dass sich während der 20° Streckung, durch die sich *a* und *b* von einander unterscheiden, die Tibia nach vorne verschoben hat, was natürlich nicht der Fall gewesen wäre, wenn es sich um Drehung um einen Stemmpunkt im Sinne Meyer's gehandelt hätte. Um dies noch deutlicher sichtbar zu machen, ist bei einem der letzten Präparate ein etwas anderes Verfahren eingeschlagen worden. Nachdem auf zwei reine Glasplatten die Umrisse des Kniegelenkschnittes, einmal bei stärkster Beugung und dann nach Zurückstreckung um 16°, durchgepaust waren, wurden dieselben so übereinander gelegt, dass die Umrisse des Femurkopfes sich genau deckten.

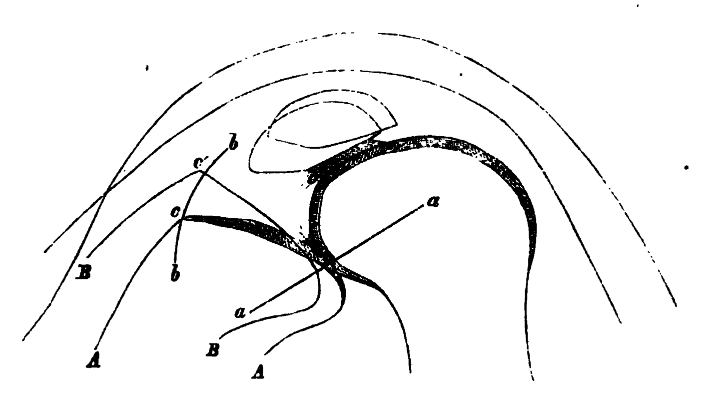


Fig. 2.

Dann wurde auf dieser Doppelplatte ein Papier befestigt und nun das Ganze durchgepaust. Fig. 2 zeigt ein solches Bild. Natürlich erscheint in ihm das Femur nur in einem Umriss, die Tibia dagegen in zwei verschiedenen Lagen, und zwar entspricht der stärksten Beugung die mit *AA* bezeichnete Lage, noch besonders kenntlich an dem Umstand, dass der Gelenkknorpel mitgezeichnet ist; die Linie *BB* entspricht der um 16° weniger gebeugten Lage; hier ist der Knorpel, um die Zeichnung nicht zu verwirren, weggelassen. Hätte nun eine Drehung um den Durchschnittspunkt der Linie *aa* mit der Berührungsfläche der Gelenkköpfe stattgefunden, so würde der Punkt *c* wie jeder andere Punkt der Tibia um jenen Durchschnitts- (Stemm-) Punkt einen Kreis beschrieben haben, müsste also auf der Kreislinie *bb* gelegen sein. Dies ist aber nicht der Fall, vielmehr liegt er in *c'*, ist also etwa um 2^{mm} mit der

Tibia nach vorn verschoben worden.[1] Misst man mit dem Zirkel die Breite der beiden Tibiaköpfe nach, so findet man, dass eine kleine Ungenauigkeit der Zeichnung mit untergelaufen ist. Die Breite des Kopfes ist nämlich für die Lage *B* etwas zu klein ausgefallen, so dass eigentlich der Punkt *c'* noch ein wenig von dem Kreisbogen *b b* wegzurücken wäre. Doch habe ich nichts geändert, um der Ursprünglichkeit der Zeichnung in keiner Weise Eintrag zu thun.

Auf Grund dieser wiederholt angestellten Versuche glaube ich mich nun zu dem Satze berechtigt, dass die Bewegungsform der Tibia am Femur während der Restbeugung ganz dieselbe ist, wie bei jedem anderen Theil der willkürlich ausführbaren Bewegung. Aber wenn dem auch nicht so wäre, wenn die Restbeugung wirklich im Sinne Meyer's vor sich ginge, so würde damit immer noch nicht erklärt sein, warum man nicht willkürlich jene letzten 20° beugen kann. Denn es gehört durchaus keine grössere Kraft dazu, an einem von Muskeln befreiten Präparat die Restbeugung auszuführen, als 20° Beugung bei einer mehr gestreckten Lage der Knochen gegeneinander. Dass am Lebenden die Restbeugung etwas schwerer auszuführen, erklärt sich sehr einfach aus dem Umstand, dass der Quadriceps femoris stark gedehnt und darum ein elastisches Band von einiger Spannung ist. Man fühlt desshalb auch, wenn man an einem Lebenden die Tibia von der Streckung in die stärkste Beugung überführt, den Widerstand nicht plötzlich (beim Beginn der Restbeugung), sondern ganz allmählich entstehen und zu seiner schliesslichen nicht ganz unbeträchtlichen Höhe anwachsen.

Der zweite Anatom, welcher sich mit der vorliegenden Frage beschäftigt hat, ist W. Henke. Seine Ansicht über dieselbe hat er in einer Arbeit: „*Studien und Kritiken über Muskeln und Gelenke*“[2] ausgesprochen. Nach seiner Meinung handelt es sich bei der in Rede stehenden Erscheinung um eine „active Insufficienz der Beugemuskeln des Unterschenkels“. Henke nimmt nämlich an, dass die Muskeln ihre Fähigkeit, sich noch stärker zusammenzuziehen, in dem Augenblick verlieren, wo sie den Unterschenkel um etwa 140° gebeugt haben. Auch diese Anschauung scheint mir nicht die richtige zu sein, was aus folgendem Gedankengang hervorgehen dürfte.

Durch zahlreiche, zu anderem Zwecke angestellte Messungen habe ich ermittelt, dass bei möglichst ausgiebiger Beugung und Streckung des Femur im Hüftgelenk eine stärkere Dehnung bezw. Verkürzung des

[1] Es ist nicht zu vergessen, dass der Holzschnitt die Originalzeichnung in verkleinertem Maassstabe wiedergibt.

[2] *Zeitschrift für rationelle Medicin.* 1868. S. 141.

Semimembranosus, Biceps und Sartorius stattfindet, als durch die ausgiebigsten Beugungen und Streckungen der Tibia im Kniegelenk; der Semitendinosus kann sich am Hüftgelenk etwa ebenso stark verkürzen, als am Kniegelenk, und nur der Gracilis verändert seine Länge durch Bewegungen im Kniegelenk stärker, als durch Bewegungen des Femur im Hüftgelenk. Beugt man nun seinen Oberschenkel so stark als möglich gegen den Leib, so hat man jenen Messungen gemäss die Unterschenkelbeuger (ausser dem Gracilis und Biceps cap. breve) stärker gedehnt, als die ausgiebigste Beugung der Tibia Ursprung und Ansatz zu nähern vermögen. Es würden also bei dieser Stellung der Glieder jene drei Muskeln immer noch länger sein, als beim ruhigen Aufrechtstehen, und doch sind sie bei dieser Lage des Femur nicht im Stande, das Schienbein in der äussersten Beugung auch nur zu erhalten, während sie bekanntlich vom Aufrechtstehen aus die Tibia noch etwa 90° zu beugen und ganz beträchtliche Arbeit zu leisten vermögen. Es muss also die Unfähigkeit der Unterschenkelbeuger auf einem anderen Umstande beruhen, und es soll in den folgenden Zeilen versucht werden, diesen Umstand klarzulegen.

Wenn das bis jetzt Auseinandergesetzte richtig ist, wenn also weder von Seiten der Gelenkeinrichtung der Restbeugung ein Hinderniss im Wege steht, noch auch die von Henke behauptete „active Insufficienz" vorhanden ist, so scheint nichts Anderes übrig zu bleiben, als die Annahme einer statischen Unfähigkeit der Unterschenkelbeuger. Diese Annahme kann man in H. Meyer's Sätzen, wenn auch nicht deutlich ausgesprochen, doch indirect enthalten finden; denn unter den Gründen, warum es äusseren Kräften gelingt, die Restbeugung auszuführen, erwähnt er ausdrücklich die verhältnissmässig langen Hebelarme, an welchen die äusseren Kräfte wirken, offenbar im Gegensatz zu den sehr kurzen der Unterschenkelbeuger. Es soll nun untersucht werden, ob das statische Moment der in Betracht kommenden Muskeln vielleicht eher gleich Null wird, als die Grenze der möglichen Annäherung von Tibia an Femur erreicht ist.

Zu dem Ende gilt es, das statische Moment unserer Muskeln für verschiedene Lagen der Tibia auszumitteln. Wie ich in einer kürzlich erschienenen Arbeit[1] nachgewiesen habe, ist nun das statische Moment eines Muskels direct proportional der Verkürzung, welche er durch eine sehr kleine Winkeldrehung seines Ansatzknochens erleidet. Man braucht

---

[1] Anatomisch-mechanische Studie über die Schultermuskeln von A. Eugen Fick und E. Weber. *Verhandl. der physiol.-med. Gesellschaft zu Würzburg.* Neue Folge. Bd. XI.

also nur für verschiedene Lagen der Tibia zu messen, um wie viele Millimeter sich der Semimembranosus, Semitendinosus u. s. w. verkürzen, wenn die Tibia um etwa 10° aus ihrer Lage heraus flectirt wird. Um derartige Messungen anstellen zu können, wird eine untere Extremität bis zum untersten Drittel des Oberschenkels herab von allen Weichtheilen befreit. An die Sehnen, beziehungsweise Muskelstümpfe der Tibiabeuger werden Fäden geknüpft und durch Ringe, die an den betreffenden Ursprungsstellen in den Knochen geschlagen sind, zu freistehenden Laufrollen geführt. Ueber diese Laufrollen hin werden sie durch angebundene Gewichte gespannt erhalten. Das Präparat wird auf einer Tischplatte befestigt, so dass nur die Tibia in einer annähernd horizontalen Ebene beweglich ist. Werden jetzt Bewegungen mit der Tibia ausgeführt, so sinken bezw. steigen die Gewichte nach Maassgabe des statischen Momentes ihres Muskels. Auf diese Weise konnte nun zunächst festgestellt werden, dass die Beuger des Unterschenkels während eines Theiles der Restbeugung ihre Lage völlig ungeändert lassen. Und zwar konnte man, von der äussersten Beugung ausgehend, strecken

um 19·5° ehe der Semitendinosus,
um 20° „ „ Semimembranosus,
um 4·5° „ „ Biceps cap. long.,
um 11° „ „ Gracilis,
um 11° „ „ Sartorius,
um 17° „ „ Biceps cap. breve

anfing, sein Gewicht nur im mindesten in Bewegung zu setzen. Bei dem Rectus dagegen, der zum Vergleich in der nämlichen Weise geprüft wurde, brachte schon die geringste Streckung an der äussersten Grenze der möglichen Beugung ein Sinken des Gewichtes hervor. Bezeichnen wir die äusserste Grenze der Beugung mit 160°, die um 10° weniger gebeugte Stellung der Knochen mit 150° u. s. w., so gibt die folgende Zahlentafel ein ungefähres Bild von der Grösse der statischen Momente unserer Muskeln für um je 10° von einander verschiedene Lagen der Knochen. Denn, wie oben gesagt, sind diese Zahlen dem Moment direct proportional, d. h. man braucht sie nur mit einem constanten Factor zu multipliciren, um das Moment für die Spannung gleich 1 in absoluter Zahl zu erhalten.

Gebeugt:	von 160° bis 150°	von 150° bis 140°	von 140° bis 130°	von 130° bis 120°	von 120° bis 110°
Semitendinosus . .	0	0	1·7	5·9	9·9
Semimembranosus. .	0	0	2·0	3·9	4·8
Biceps cap. long. . .		2·0	4·0	5·2	5·9
Gracilis	0	1·4	4·0	6·2	8·0
Sartorius	0	2·0	3·1	3·3	3·0
Biceps cap. breve . .	0		3·6	6·3	7·7
Rectus	?	−4·4	−2·0	−2·7	−3·2

Zu bemerken ist bei dieser Tafel noch, dass bei dem Cap. long. bicip. das erste Fach und bei dem Cap. breve bicip. das zweite Fach offen gelassen ist, weil es keinen Sinn hatte, eine Zahl einzutragen, deren Fehler grösser sind, als die verschwindend kleine Zahl selber. Dagegen ist die erste Messung beim Rectus nur aus Versehen unterlassen worden.

Die Betrachtung der vorliegenden Tafel löst nun die aufgeworfene Frage auf den ersten Blick, und die Lösung lautet: Das statische Moment der Unterschenkelbeuger nimmt bei etwa 130° Beugung sehr plötzlich ab und wird früher gleich Null, als der Umfang der möglichen Beugung erschöpft ist. Es hat daher nichts Wunderbares mehr, dass dieselbe nur mit Hülfe äusserer Kräfte zu Ende geführt werden kann. Uebrigens würde die Zahlentafel noch viel überzeugender sein, wenn sich eine ziemlich merkliche Fehlerquelle hätte vermeiden lassen. Jene Art, die Verkürzungen der Muskeln zu messen, ist nämlich eigentlich nur für den Fall vollkommen zuverlässig, dass alle Weichtheile entfernt sind und der den Muskel darstellende Faden völlig frei vom Ursprung zum Ansatz läuft. Wie aber bereits erwähnt ist, musste in diesem Falle das untere Drittel des Oberschenkels mit all' seinem Fleisch, Bindegewebe, Sehnen und Fascien unangetastet bleiben, um den Versuch vor anderweitigen Fehlern sicher zu stellen. So war es denn nicht zu umgehen, dass gerade während der Restbeugung das obere Drittel der Tibia gegen die Fleischmasse des Oberschenkels andrückte und dadurch die Gewichte zum Sinken brachte, beziehungsweise zum Steigen, wenn bei beginnender Streckung dieser Druck auf die Weichtheile nachliess. Wer übrigens durch das Mitgetheilte von der Richtigkeit dieser Erklärung nicht überzeugt ist, kann die Probe gelegentlich auf folgende Weise anstellen: Ein Bein, dessen Unterschenkelbeuger von oben her, aber nicht bis in die

Kniekehle herab präparirt sind, wird mit Femur und Becken auf dem Tisch befestigt und die Beugemuskeln mit mehreren Kilogrammen gespannt. Nun präparirt man auf der Innenseite des Knies ein Stück Haut ab, so dass die Sehnen des Semimembranosus, Semitendinosus und Gracilis deutlich sichtbar zu Tage treten. Beginnt man jetzt den gestreckten Unterschenkel zu beugen, so sieht man schon nach 130° Drehung die Semitendinosus- und Gracilis-Sehne, wie bereits Henke erwähnt hat, sich in Falten legen, aber nicht etwa, wie jener Forscher meint, weil die Spannung der Muskeln gleich Null geworden, denn die ist ja hier nach wie vor durch die angehängten Gewichte mehrere Kilogramm stark, sondern weil auf jene Sehnen kein Zug mehr wirkt. Es sind nämlich die Muskeln noch auf andere Weise als durch die eigentliche Ansatzsehne, durch Bindegewebe und die Fascie mit der Tibia verknüpft, und zwar kürzer, als durch die Ansatzsehne. Diese anderen Ansatzstellen ändern aber ebenso wie die Ansätze des Semimembranosus und Biceps ihre Entfernung vom Ursprung nicht mehr, selbst wenn die Beugung durch äussere Kräfte vollendet wird. Dass der Ansatzpunkt des Biceps und einer des Semimembranosus während der Restbeugung sich dem Sitzknorren nicht mehr nähern kann, sieht man auch ohne Weiteres ein; denn der hinterste Rand des Tibiaknorrens beschreibt während dieser Bewegung ein Stückchen Kreisbogen, das auf der Verbindungslinie des Drehpunktes mit dem Sitzknorren senkrecht steht und dessen sämmtliche Punkte deshalb als gleich weit vom Sitzknorren betrachtet werden müssen, wenn man die verhältnissmässig grosse Entfernung des letzteren und die Kleinheit des Winkelausschlages (20°) in Erwägung zieht.

Zur Entwicklungsgeschichte des Vorderdarms.

Von

Dr. Albert Seessel
aus Memphis. U. S.

Hierzu Taf. XX u. XXI.

Vorliegende Arbeit soll für das Hühnchen eine kurze Darstellung der Entwickelung des Vorderdarmes und von der ersten Anlage der Lungen und der Schilddrüse bis ungefähr zum sechsten Tage geben. — Etwas modificirte Untersuchungsmethoden haben Resultate geliefert, die trotz der bereits vorhandenen, zum Theil so vorzüglichen Arbeiten über diesen Gegenstand nicht ohne jeglichen Werth sein dürften, insbesondere für die Kenntniss der allgemeinen Form dieses Darmabschnittes.

Angesichts der mehrfachen sorgfältigen Literaturzusammenstellungen, die wir bereits besitzen, beschränke ich mich in dieser Arbeit auf Hereinziehung der Literaturangaben bei Beschreibung der einzelnen Organe.

Bei den ersten Manipulationen, die angewendet werden müssen, um Embryonen früherer Stadien aus dem Ei zu nehmen, bin ich stets den von His (*Erste Anlage des Wirbelthierleibes*) gegebenen Vorschriften gefolgt und habe sie bewährt gefunden.

Für die Härtung habe ich folgendes Verfahren eingeschlagen: Nachdem der Embryo von dem ihm anhaftenden Dotter möglichst genau befreit ist, bringe ich ihn in ein Uhrschälchen und lasse tropfenweise $^1/_{10}$ bis $^1/_6\,^0/_0$ Chromsäurelösung zufliessen. Sobald er opak geworden, löse ich ihn von der Dotterhaut los, bringe ihn für 1 Tag in $^1/_3$ procentige, sodann für 2—3 Tage in $^1/_2$ procentige Chromsäurelösung, während ältere Embryonen 4—5 Tage in der Lösung bleiben müssen. Nachdem nun der Embryo 2 Stunden im Wasser gelegen, um während dieser Frist die überschüssige Chromsäure abzugeben, kommt er für 3—4 Tage in jodhaltigen Spiritus von strohgelber Farbe. Zum Zwecke der Vorberei-

tung der Objecte für die nun folgende Färbung ist die Behandlung mit Jod nach dem Vorgange von Betz[1] sehr zu empfehlen. Als Färbemittel hat sich Thiersch's Carmin am besten bewährt, da es einen weiteren Zusatz von Alkohol gestattet und vermöge dessen die neben der Färbung zugleich fortgesetzte Härtung des Objectes bewirkt. Einfach saures Carmin färbt ebenfalls gut, hat aber den Nachtheil, dass es die Gewebe aufquellen lässt und brüchig macht. Alkoholisirtes saures Carmin hat diesen Uebelstand in geringerem Grade, dagegen dringt dasselbe sehr schwer durch grössere Embryonen. Hämatoxylin zeichnet sich dadurch aus, dass es die Gewebe gut differenzirt und die Epithelien durch dunklere Färbung hervorhebt. Prächtige Bilder liefert es bei der Untersuchung des embryonalen Nervengewebes. Die grauen und weissen Massen werden durch dieses Färbungsmittel ganz deutlich von einander unterschieden, so dass an ihrer Hand das erste Auftreten von Nervenfasern zu sehen ist. Jedoch eignet es sich für grössere Embryonen weniger als Thiersch's Carmin und führt ebenfalls bisweilen ein Brüchigwerden des Objectes herbei. Osmiumsäure schien mir für grössere Embryonen keinen besonderen Vortheil zu bieten.

Nachdem nun der Embryo genügend gefärbt, abgewaschen und für 2—3 Tage in starkem Alkohol gelassen worden ist, wird bei Loupenvergrösserung mit dem Zeichnungsprima seine Contour möglichst genau aufgenommen, die Vergrösserung bestimmt und zum Schneiden vorgeschritten. Hierzu wurde das His'sche Mikrotom benutzt und als Einbettungsmittel stellte sich nach vielen Versuchen die Glycerinseife als das beste heraus, jedoch ist nur solche zu empfehlen, welche beim Erkalten etwas opak wird, eine Eigenschaft, welche sie nach längerem Kochen mit Alkohol anzunehmen pflegt. Dem früher beim embryologischen Schnittverfahren häufig gebrauchten Paraffin gegenüber gewährt die Seife die Vortheile, dass sie rasch erstarrt, nicht brüchig ist, dem Object gut anhaftet und dass bei ihrer Anwendung alle Zwischenbehandlungen wegfallen. Während des Schneidens wird der Embryo fortwährend mit Alkohol befeuchtet und auch die einzelnen Schnitte, welche der Reihe nach, zu je 2—4, auf einanderfolgende Objectträger gelegt sind, werden mit Alkohol bedeckt erhalten. Sind etwa 20—30 Schnitte angefertigt, so wird das Schneiden unterbrochen, die Schnitte, welche durch die inzwischen erfolgte Einwirkung des Alkohols von der anhaftenden Seife bereits fast ganz befreit sind, vollends gereinigt und mit Nelkenöl bedeckt. Darauf folgt die gewöhnliche Einbettung in Canadabalsam. Von den aufeinanderfolgenden Schnitten werden nun

[1] *Archiv f. mik. Anat.* Bd. IX. S. 101.

mit Hülfe des Zeichnungsprismas Zeichnungen angefertigt und die Maasse dieser Zeichnungen nach der von His angegebenen und bei Construction seiner Wachsmodelle in Anwendung gebrachten Methode [1] in einen auf denselben Maassstabe gebrachten Umriss des früher aufgenommenen unversehrten Embryo's eingetragen. In diesem Punkte unterscheidet sich der Gang meiner Untersuchungen hauptsächlich von denen anderer Forscher und bildet eine Erweiterung zu den His'schen Arbeiten, indem ich spätere Stadien als His es gethan in das Bereich der Behandlung hereingezogen habe.

Gehen wir nun zu unseren Untersuchungen selbst über und beginnen wir mit der Betrachtung der auf Taf. XX gegebenen Abbildungen. Figg. 1a, 2a, 3a, 4a geben Seitenansichten des Darms bis zum fünften Tage der Entwicklung nach der beschriebenen Methode bei einer 40fachen Vergrösserung construirt. Sie erläutern deutlicher als es eine Beschreibung zu thun vermag die Formgestaltung, die der Darm in seiner Entwicklung durchläuft. — Auf das stark verjüngte obere Ende (die Rathke'sche Tasche) folgt im Gesichtstheile des Kopfes ein breiter tiefer Abschnitt (Rachentheil und oberster Schlundtheil des Vorderdarmes nach His [2]), dessen seitliche Ausbiegungen den Schlundspalten entsprechen. In der Gegend hinter dem Unterkieferfortsatz fällt die starke, an den Figuren mit *S* bezeichnete vordere Ausbauchung auf, welche in den späteren Stadien bereits selbstständig geworden ist und die Schilddrüsenanlage darstellt. Nun plattet sich das Rohr von den Seiten her mit einem Male bedeutend ab; auch seine Tiefe verringert sich unter mässiger Verjüngung bis zur Gegend der Lungenanlage. Unterhalb der letzteren (in der Figur mit *L* bezeichnet) nimmt Breite und Tiefe des Vorderdarmes bedeutend ab, eine mässige Erweiterung tritt da ein, wo dessen Axe nach links sich biegt (Magengegend). Vom Schlundtheil nach abwärts macht sich ein Gegensatz zwischen der hinteren und der vorderen Hälfte des Rohres geltend, über welchen Querschnitte Aufschluss geben. In der Höhe der Schilddrüsenanlage und in den unmittelbar darauf folgenden Strecken ist das Rohr in seinem hintern Theil breit und läuft nach vorn in eine schmale Rinne aus, dann wird auch der hintere Theil eng. Weiter unten weitet sich der vordere aus und zeigt eine mehr oder minder ausgesprochene Längskerbung und bei den vorgerückten Stadien folgen nun die abgegliederten Röhren der Lungenanlage.

---

[1] *Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes.* S. 182.

[2] a. a. O. p. 134. — Man vergl. mit meinen Constructionen auch die Abbildungen von His, *Körperform*, S. 111, die den Primitivdarm vom 3. Tage darstellt, sowie die His-Ziegler'schen *Wachsmodelle*, Nr. 22—23.

Unterhalb der letztern ist der Durchschnitt kreisförmig oder nur schwach comprimirt.

Aus dem Gesammtbild der Entwicklung des Vorderdarmes, welches sich aus den gegebenen Constructionen ergibt, greifen wir zu ausführlicher Besprechung die Anlagen zweier Organe heraus, die der Schilddrüse und der Lungen.

Schilddrüse.

Sieht man von den später als unrichtig erwiesenen Angaben Arnold's[1] und Huschke's[2] über die Entwicklung der Schilddrüse ganz ab, so kann man Remak[3] als den Ersten betrachten, welcher hier, wie auch in so vielen anderen Capiteln der Entwicklungsgeschichte Licht schaffte. Nach ihm beginnt die Entwicklung, wie bei allen drüsenartigen Organen des vegetativen Systems, bei der Schilddrüse mit einer Ausstülpung des Darmdrüsenblattes. Ungefähr in der 79. Bebrütungsstunde, zu der Zeit, wo das Aortenende des Herzens den zweiten Schlundbogen verlassen hat, bemerkt man nach seinen Angaben dicht über dem ersteren einen undurchsichtigen Fleck. Derselbe stellt sich bei der mikroskopischen Untersuchung als eine verdickte Ausbuchtung des Drüsenblattes dar, schnürt sich sammt einer von der Darmfaserwand herrührenden Faserhülle alsbald ab und kommt später an die Theilungsstelle der Aorta zu liegen. Das weitere Schicksal dieses einfachen Bläschens sei dann, dass sich dasselbe bald in zwei Theile trennt, dass es zweigetheilt neben die Luftröhre an die Theilungsstelle der Carotis zu liegen kommt, dass es rasch wächst und nun Einschnürungen an seiner Oberfläche erhält, welche Andeutungen der späteren Lappenbildung seien,

Kölliker[4] und Billroth[5] bestätigen die Angaben Remak's. His[6] erwähnt der Schilddrüse nur sehr kurz und lässt sie sammt den Nebenschilddrüsen als paarige Ausstülpung der Schlundwand entstehen.

Götte[7] folgt wiederum im Allgemeinen der Darstellung Remak's und weicht nur in unwesentlichen Details von derselben ab.

Wilhelm Müller[8], welcher die ausführlichste Bearbeitung unseres

---

[1] Erhardt's *Med. chirurg. Zeitung* 1836. IV. S. 301.

[2] *Isis*, 1826. S. 621. 1827. S. 403.

[3] Remak, *Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere.*

[4] *Entwicklungsgeschichte.* S. 390.

[5] *Arch. f. Anatomie u. Phys.* 1856. S. 146.

[6] *Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes.* S. 144, *und Körperform.* S. 275.

[7] *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Darmkanals im Hühnchen.* S. 44.

[8] *Ueber die Entwicklung der Schilddrüse* (Beobachtungen des pathologischen Institutes zu Jena), 2. Reihe, Abdruck aus der Jenenser Zeitschrift. Bd. IV. S. 3.

Gegenstandes gegeben hat, macht folgende Angaben: „Die Entwicklung beginnt am III. Tage zu der Zeit, wo das Hühnchen 3 Schlundbögen besitzt, die zweite und dritte Kiemenarterie vorhanden sind und der Kopf bereits seitwärts gedreht ist. An der Stelle, wo die beiden vordersten Kiemenarterien aus dem Stamme entspringen, fand sich eine birnförmige, gegen die Arterienbifurcation gerichtete Ausbuchtung des Schlundepithels in der Mitte der vorderen Schlundwand. Dieselbe war hohl und stand durch eine verengte Oeffnung mit der Schlundhöhle in Communication; von der Adventitia der vordersten Kiemenarterie erhielt sie einen aus Spindelzellen bestehenden Ueberzug. Diese bläschenförmige Ausstülpung schnürte sich, ähnlich wie es Remak angegeben, vom Schlunde ab, blieb aber bis zum Ende des vierten Tages durch ein enges epitheliales Rohr mit der Schlundhöhle in offener Verbindung. Später obliterirte dieser Verbindungskanal, das Bläschen theilte sich nun erst in zwei Theile und lag dicht vor der Larynxcommunication mit der Schlundhöhle. Ungefähr am siebenten Tage rückte das Bläschenpaar weiter nach abwärts, erhielt selbstständige Gefässe und in seinem Innern begann die Entwicklung der Septen.

Aus dieser historischen Uebersicht tritt zunächst die Bestimmung des Zeitpunktes hervor, in welchem die Entwickelung der Schilddrüse ihren Anfang nimmt. Die bisherigen Forscher hatten denselben in den dritten Tag verlegt. Demgegenüber aber muss ich behaupten, dass bereits im Laufe des zweiten Tages, während der Kopf noch nicht zur Seite gedreht ist, oder doch die Drehung erst beginnt und nur zwei Schlundbogen deutlich angelegt sind, eine an der Stelle der zukünftigen Drüsenentwickelung gelegene Verdickung der Schlundwände mit sehr geringer Vorbuchtung zu bemerken ist. Die vorgebuchtete Stelle ragt in den Bulbustheil des Herzens hinein, bildet einen gegen die Schlundhöhle offenen, stumpfen Winkel und liegt ungefähr in der Höhe des Ohrbläschens[1].

Zu Anfang des dritten Tages ist die winklige Vorbuchtung sehr deutlich ausgeprägt. Sie liegt genau in der Mittellinie[1] (Taf. XX, Fig. 1 u. Taf. XX1, Fig. 1) in der Höhe der Labyrinthblase, ragt frei in den Bulbustheil des Herzens hinein und erhält an ihrer Oberfläche einen Ueberzug von der Intima desselben, so dass hierin meine Beobachtungen mit den von W. Müller mitgetheilten im Gegensatz stehen. Wie wir bereits schon oben erwähnt haben, ist nach der Angabe des angeführten

[1] Ich finde die in Frage stehende Stelle abgebildet in His, *Untersuchungen über die Entwicklung des Hühnchens*, Taf. VIII, Fig. 3, 4, Taf. IX, Fig. 2 und etwas weiter fortgeschritten Taf. XI, Fig. 1, 8.

Forschers die Ausbuchtung gegen die Arterienbifurcation der beiden vordersten Schlundbogenarterien gerichtet. Dass diese Behauptung den Ort etwas zu hoch verlegt, wird durch meine Präparate, sowohl im Längenals im Querdurchschnitt, nachgewiesen. Die Vorbuchtung bildet einen weniger stumpfen Winkel als während des vorher beschriebenen Stadiums, ihre Länge maass ich in einem Falle zu 167 μ, ihre Tiefe zu 83 μ, den Abstand des oberen Randes vom oberen Ende des Darmes 0·42 mm. Die grösste Dicke des Epithels an der ausgebuchteten Stelle betrug 27 μ, in der benachbarten Schlundwand nur 14 μ.

Um die Mitte des dritten Tages ist die Ausbuchtung noch deutlicher ausgebildet und liegt immer noch genau in der Mittellinie[1]. Die Verdickung des Epithels beginnt nicht erst an ihrem Rande, sondern ober- wie unterhalb desselben allmählich anschwellend. Der Abstand des oberen Randes von dem oberen Rande des Unterkiefers misst 0·4 mm, vom oberen Ende des Darmes 0·8 mm. — Die Ausbuchtung ragt frei in den Bulbustheil des Herzens hinein und ein Theil ihrer Oberfläche ist von der Intima des Bulbustheiles überzogen.

Gegen Ende des dritten Tages bilden die Wände der Ausbuchtung mit der Schlundwand einen rechten Winkel (Taf. XX, Fig. 2 u. 3), dieselbe ragt noch frei in den Bulbustheil des Herzens hinein. In der Mitte der Ausbuchtung habe ich eine feinkörnige, durch Carmin dunkelgefärbte Masse liegen sehen, wie ich sie in anderen Höhlen niemals beobachtet. Dieselbe sandte nach der Wandung zu feine Fäserchen aus, über deren Natur ich trotz meiner Bemühungen nicht klar werden konnte.

Von nun ab rücken die Ränder der Ausbuchtung näher zusammen, so dass dieselbe die Gestalt einer nahezu geschlossenen Hohlkugel annimmt (Taf. XXI, Fig. 5). Sie liegt immer noch genau in der Mittellinie. Ihre Länge bestimmte ich am Ende des dritten Tages zu 170 μ, ihre Tiefe zu 120 μ, die Weite der Communicationsöffnung mit der Schlundhöhle zu 25 μ, den Abstand vom oberen Rande des Unterkiefers 0·4 mm, die Dicke des Epithels in der Ausbuchtung 42 μ, in der Schlundwandung 25 μ. Im Innern der Blase lag die oben beschriebene unerklärliche Masse.

Mit dem Beginn des vierten Tages vollendet sich die Abschnürung der Drüse (Taf. XX, Fig. 4 u. 5 u. Taf. XXI, Fig. 3) von annähernd elipsoider Gestalt. Sie liegt in der Mittellinie und grenzt dicht an das

[1] Auch Müller gibt dies im Texte an. Mit dieser Angabe scheint aber seine Abbildung Taf. XI, Fig. 1 im Widerspruch; dieselbe zeigt die Schilddrüsenanlage zugleich mit den Schlundspalten und dem Gehörbläschen, und zwar wird in der Erklärung ausdrücklich bemerkt, dass die Zeichnung einen Sagittalschnitt darstelle.

Schlundepithel an. Der Bulbustheil des Herzens hat sich etwas von ihr entfernt und ist durch eine Faserlage von ihr geschieden. — Die Drüse zeigt eine aus Spindelzellen zusammengesetzte Kapsel, während im Innern noch immer die oben erwähnte feinkörnige, von Fasern durchwebte Substanz liegt, welche einigermaassen an adenoides Gewebe erinnert.

Zu Ende des vierten Tages zeigt die Drüse ovale Gestalt und liegt genau in der Mittellinie über der Theilungsstelle des grossen Arterienstammes in seine vordersten Aeste. Sie hat sich von der Schlundwand etwas entfernt und diese ist unbedeutend nach ihr hin vorgebuchtet. Die Maasse betragen: Längendurchmesser 0·2 mm, Abstand vom oberen Rande des Unterkiefers 0·66 mm. — Die Drüse hat eine aus Spindelzellen bestehende Hülle, die peripheren Zellen der Drüse sind radiär gestellte Cylinderzellen, während die im Innern rundlich oval sind und nicht festgedrängt an einander liegen. In der Mitte findet sich eine Höhle von 125 μ Durchmesser. Von einem Verbindungskanal mit der Schlundhöhle konnte ich nichts bemerken.

Am fünften Tage ist die Drüse ein rundlich ovaler solider Körper (Taf. XX, Fig. 6 u. Taf. XXI, Eig. 4), zeigt auf dem Querschnitt am vorderen Umfange eine seichte Vertiefung, liegt in der Mittellinie 0·75 mm vom oberen Rande des Unterkiefers entfernt und ihre Dimension bestimmte ich im Längendurchmesser 210 μ, im Querdurchmesser 290 μ, im sagittalen Durchmesser 250 μ. Sie hat eine mehrschichtige aus Spindelzellen bestehende Hülle, ihre Substanz besteht peripher aus cylindrischen, im Innern aus kubischen Zellen, zwischen welchen bereits die durch Carmin sich stärker färbende Scheidewände als erste Anlage der Septen auftreten.

In den fünften Tag fällt nach den Angaben von Müller und Götte auch der Vorgang der Zweitheilung der Drüse durch Abschnürung in der Mittellinie. Von jenen Forschern ist dieselbe nicht direct beobachtet, sondern aus der Vergleichung der sich folgenden Bilder abgeleitet worden Es ist mir trotz zahlreicher Versuche nicht gelungen das Organ bei nahezu vollendeter Zweitheilung im Schnitt zu treffen, jedoch glaube ich aus den von mir erhaltenen Präparaten den Schluss machen zu dürfen, mit dem auch die Angaben Müller's sich vereinbaren lassen, dass die Ansicht Götte's nicht die richtige sei. Dieser nämlich gibt an, dass die noch hohle Drüsenblase sich zweitheile. Nach meiner Beobachtung ist der Hohlraum der Drüse am Anfange des fünften Tages bereits verschwunden und auch Müller bildet das Organ zu dieser Zeit als soliden Körper ab.

Am sechsten Tage tritt die Schilddrüse als paariges, zu beiden Seiten der Trachea liegendes Gebilde auf; nach hinten von ihr liegen die Carotiden, nach hinten und aussen die beiden Venae jugulares, während

vor ihr die sehr dünne Halsfaserwand liegt. Beide Drüsen haben eine spindelförmige Gestalt, liegen mit den unteren Enden einander näher und weichen nach oben auseinander. Die grösste Breite einer jeden Drüse beträgt 167 μ, die Länge 334 μ. Die Drüsen sind durch eine spärliche Zwischensubstanz in Lappen getheilt, enthalten aber noch keine selbstständigen Gefässe.

Am siebenten Tage stellt die Drüse zwei solide ovale Körper dar, welche jederseits dicht vor dem Abgange der Carotis aus der Aorta liegen. Sie sind nun durch reichlicheres Stroma in deutliche Lappen getrennt, welche sich bereits aus soliden Schläuchen bestehend erwiesen. Die Maasse waren: in der Breite 216 μ, in der Länge 324 μ. Die Drüse hatte nun selbstständige Gefässe.

Soweit meine Beobachtungen am Hühnchen.

Bei einem Natter-Embryo von 8 Cm. Länge, den ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, war die Anlage der Drüse unpaarig, von unregelmässig länglicher Form, in der Mittellinie dicht vor der Trachea gelegen 1·66 ^{mm} vom oberen Rande des Unterkiefers entfernt. Dieselbe hatte einen Längedurchmesser von 0·66 ^{mm}, einen sagittalen Durchmesser von 0·25 ^{mm} und war von einer weitmaschigen spindelzelligen Hülle umgeben, in deren Maschen bereits Blutgefässe vorhanden waren. Die Drüse selbst war in einzelne Lappen getheilt, welche durch spärliches Bindegewebe und weite Bluträume geschieden waren. Die Lappen bestanden zum Theil aus hohlen und soliden Schläuchen, welche beide von einem mässig hohen Cylinderepithel ausgekleidet waren.

Ein Maus-Embryo von 1 ^{Cm} Länge zeigte die Drüse paarig angelegt, zwei länglich ovale Körper darstellend, welche zu beiden Seiten vor der Trachea lagen 0·95 ^{mm} vom oberen Rande des Unterkiefers entfernt. Der Längendurchmesser betrug 208 μ, der Sagittaldurchmesser 125 μ. Sie zeigte eine engmaschige spindelzellige Hülle, es waren weder gesonderte Lappen, noch Blutgefässe in ihr zu erkennen.

Bei einem menschlichen Embryo von $5^1/_2$ ^{Cm} Länge zeigte sich die Drüse unpaarig vor dem Schildknorpel und zu beiden Seiten desselben liegend, sie bestand aus zwei seitlichen Lappen und einem in der Mitte gelegenen dünnen Isthmus. Sie hatte eine spindelzellige Hülle, selbstständige Gefässe und enthielt schon eine grosse Zahl von Follikeln und mehrere theils solide, theils hohle Schläuche.

Diesen Auseinandersetzungen über die Schilddrüse mögen noch einige kurze Bemerkungen über die Nebenschilddrüsen Remak's folgen. Während der Abschnürung der eigentlichen Schilddrüse lösen sich gleichzeitig beim Hühnchen von der oberen seitlichen Schlundwandung zwei epitheliale

Blasen ab. Die Gebilde, welche His[1] als Anlage der Schilddrüse und ihren Nebendrüsen beschrieben und gezeichnet hat, sind nach meinen Erfahrungen nur die Anlagen der Nebenschilddrüsen. Dieselben liegen in einer Höhe mit dem Oberkiefer, sind rundliche, durch einen engen Gang mit der Schlundhöhle communicirende hohle Gebilde und haben einen Durchmesser von 125 μ. Später, zu Ende des fünften Tages und Anfang des sechsten, trifft man sie als länglich ovale, solide Körper, welche ungefähr 115 μ oberhalb der Schilddrüse, dicht an der Vena jugularis nach hinten und aussen von der eigentlichen Schilddrüse entfernt liegen. Sie zeigen an der Peripherie radiär gestellte cylindrische, im Innern unregelmässig kubische Zellen. Am siebenten Tage präsentiren sich diese sogenannten Nebenschilddrüsen als zwei länglich ovale, oberhalb der Schilddrüse an der Trachea beiderseits dicht anliegende Körper, von der Schilddrüse 0·4 mm entfernt. Im Innern ist ein einziger, grosser Follikel zu erkennen, dessen Sagittaldurchmesser 83 μ und dessen Längendurchmesser 124 μ beträgt. Er ist aus Cylinderzellen gebildet und enthält eigene Gefässe.

Ich stelle noch Maasse für die Schilddrüsenentwickelung beim Hühnchen zusammen, bemerke aber, dass dies die Werthe meiner besonderen Präparate und keine Mittelwerthe sind. Den individuellen Schwankungen kommt ein gewisser, nicht allzuenger Spielraum zu.

	3. Tag Anfang.	3. Tag Ende.	4. Tag Anfang.	4. Tag Ende.	5. Tag
Länge	167 μ	170 μ	183 μ	208 μ	209 μ
Tiefe	83 μ	120 μ	125 μ	176 μ	250 μ
Abstand vom oberen Darmende	417 μ	800 μ			
Abstand vom Unterkieferrande		400 μ	428 μ	666 μ	750 μ
Dicke des Epithels	27 μ	42 μ	45 μ		

[1] His, *Entwicklung des Hühnchens* S. 144 Taf. XI, IV, 2, sowie dessen *Körperform* S. 75 u. 77.

Lungen.

Literatur. Die Literatur über die Lungen ist ebenfalls eine ziemlich reichhaltige. Schon in den Arbeiten v. Baer's[1] finden wir eine deutliche Darstellung der Entwickelung dieser Theile. Nach ihm entstehen ungefähr um die Mitte des dritten Tages zu beiden Seiten des Speisekanals zwei Höckerchen, die hinter den letzten Kiemenspalten gelegen sind. Diese Höckerchen haben eine kegelförmige Höhle, zu welchen von dem Speisekanal her kurze Kanäle hinführen (Luftröhrenäste). Später heben sich diese Höckerchen immer mehr und mehr empor, rücken allmählich an einander und bekommen eine längere Höhle und zugleich auch eine selbstständige Gefässschicht.

Remak[2] stimmt im Allgemeinen mit den Angaben v. Baer's überein, nur führt er ein etwas früheres Entwicklungsstadium an, indem er, die bezüglichen Abbildungen dazu gebend, behauptet, dass sich die Lungenanlage schon zu Anfang des dritten Tages als eine einfache hohle Ausstülpung des Darmrohres darstelle und somit unpaarig angelegt sei. Die späteren Entwicklungsstadien beschreibt er etwas ausführlicher und genauer als v. Baer.

Kölliker[3] schliesst sich an Remak an, ebenso Götte[4] und Schenk[5]. His[6] schliesst aus seinen Querschnitten und Constructionen, dass die Bildung der Lungen durch zwei dem Herzvorhof zugewendete Rinnen des Vorderdarmes sich einleitet. Nach ihm sind daher die Lungen paarig angelegt und communiciren im Anfang sowohl mit einander, als auch mit der Darmhöhle. Bald darauf schnüren sie sich von einander, sowie auch von dem Darmrohr ab. Ueber das weitere Schicksal der ersten Anlage weichen die Angaben der späteren Forscher nur unwesentlich von der Darstellung v. Baer's ab.

Beobachtung. Was das erste Entwicklungsstadium anbetrifft, so stimmen meine Ergebnisse mit denen Remak's im Allgemeinen überein. Ungefähr am Anfang des dritten Tages, fast gleichzeitig mit der ersten Anlage der Schilddrüse, bemerkt man eine von dem Darmrohr abgehende flache Ausbiegung (Taf. XX, Fig. 1 u. Taf. XXI, Fig. 1). Dieselbe ist von der eigentlichen Schilddrüsenanlage 0·4 ^{mm} entfernt. Nach vorn und oberhalb der Magenanlage liegend, steht sie mit dem eigentlichen Darm-

[1] *Ueber die Entwicklungsgeschichte der Thiere.*
[2] *Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere.*
[3] *Entwicklungsgeschichte der Menschen und der höheren Thiere.*
[4] *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Darmkanals beim Hühnchen.*
[5] *Vergleichende Embryologie der Wirbelthiere.*
[6] *Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelleibes.*

rohr durch eine enge Spalte in Verbindung. Nach vorn reicht sie fast bis in den Sinustheil des Herzens hinein, unter beinahe rechtem Winkel die bisherige Darmbegrenzung überschreitend. Die sie umgebenden Muskelplatten gehen, ohne sich zuvor zu vereinigen, direct in die Musculatur des Herzsinus über[1]. Zwischen ihr und den sie umgebenden Muskelplatten sieht man das erste Auftreten von spindelförmigen Zellen, die ganz deutlich mit dem Endothelialschlauche des Herzens zusammenhängen. Die enge Leibesspalte reicht in diesen Stadien bis ungefähr an die Grenze der Lungenlage und des Darmrohres und ist nach vorn zu überall offen.

Um die Mitte des dritten Tages trifft man die Lungenanlagen als zwei deutliche nach der Seite und etwas nach vorn gerichtete Ausbuchtungen des Darmrohres, mit dem dieselben noch in offener Communication stehen. Sie liegen ungefähr in der Höhe des Ventrikeltheiles des Herzens 0·5 mm von der eigentlichen Schilddrüsenanlage entfernt, Die sie umgebenden Muskelplatten sind noch nicht nach vorn hin geschlossen, während ihre inneren Ränder nach vorn, um die Lungenanlage herum eingekleidet sind, was als erste Andeutung von selbstständigen Faserumhüllungen der Lunge angesehen werden kann. Die dazwischenliegende Faserlage hat sich schon deutlich angelegt und beträgt in der Dicke ungefähr 17 μ, die Dicke des Epithels der Lungenausbuchtung 42 μ. Die einfache Tracheaanlage beginnt kurz unter der Schilddrüse und steht noch durch eine Spalte von ca. 40 μ mit der Darmhöhle in Verbindung. In ihrem oberen Theile verjüngt sich dieselbe sehr rasch, nach unten weitet sie sich gegen die Lungenanlage hin allmählich aus. Die Leibeshöhle dringt jetzt viel weiter dorsalwärts, reicht selbst bis

---

[1] Was auf dieser Entwicklungsstufe Herr Seessel als Lungenanlage beschreibt, entspricht dem unpaaren Höcker, der in der Fig. 8, S. 11 der *Körperform* die Buchstaben *Lr* trägt. Was ich für die Lungenanlage gehalten habe, sind die auch von Herrn Seessel gesehenen, aber nicht näher gedeuteten zwei Rinnen, welche oberhalb der Darmpforte stark ventralwärts hervortreten (Taf. XI, I, 14 meiner *Monographie*, Fig. 65 der *Körperform*); bei der Construction 1 des Herrn Seessel fällt dessen Lungenanlage in die Schnitte 44—47, die meinigen in die Schnitte 47—50, bei seiner Construction 2 nach ihm in die Schnitte 32 - 37, nach mir in 38—40. (An Taf. XX, Fig. 1 u. 2 sind die von mir für die Lungenanlage gehaltenen zwei Rinnen punktirt angegeben. Was am meisten für die Auffassung des Herrn Seessel sprechen möchte, ist der Umstand, dass die Lungenanlagen nach erfolgter Abschnürung seitlich vom Oesophagus nur um weniges vor diesem liegen und dass sie nach vorn von dicken Muskelwänden umgeben sind, während die oben erwähnte Doppelrinne weit von der hinteren Röhrenhälfte absteht und zwischen die beiden Venenstämme eindringt. Die ganze schwierige Partie um die Darmpforte herum bedarf dringend einer neuen und eingehenden Bearbeitung. His.

hinter das Darmrohr. Die Substanzbrücke, welche die hinteren Enden beider Spalten scheidet, misst etwa 125 μ. Ventralwärts ist die Leibesspalte in ihrem oberen Abschnitte immer noch offen, nach unten dagegen beginnt die Schliessung, und zwar nicht gleichzeitig an beiden Seiten. Die innere Auskleidung der medialen Wand wird durch eine dicke, mehrschichtige Muskelplatte gebildet, über der keine weiteren Zellenbestandtheile zu erkennen sind. Diese Muskelplatte biegt sich nach hinten zu um und geht als einfache Zellenschicht in die Umkleidung der lateralen Wand der Höhle über.

Zu Ende des dritten Tages (Taf. XI, Fig. 2) erscheinen die seitlichen Ausstülpungen des Vorderdarms verlängert und etwas mehr nach vorn gerichtet. In der Frontalconstruction stellen sie sich als zwei deutlich vorspringende Höcker dar, welche von der Seite her gesehen einander decken. Die Dicke des Epithels der Lungen misst 42 μ und die des Darmrohrs 33 μ. Die Trachea beginnt, wie während des vorhergehenden Stadiums, kurz unter der Schilddrüse und steht immer noch durch eine enge Spalte von 25 μ mit dem Darmrohr in Verbindung, sie ist von einer dicken Faserlage umgeben, die sich nach vorn etwas zuschärft.

Zu Anfang des vierten Tages (Taf. XX, Fig. 4 u. Taf. XXI, Fig. 3) haben die beiden Lungenhöcker etwas an Breite zugenommen und zu gleicher Zeit sich ein wenig nach unten verlängert. Von vornher sieht man sie als zwei deutlich vortretende Körper, die mit dem darunterliegenden Darmrohr einen spitzen Winkel bilden. Aehnliches ergiebt die Seitenansicht; letztere lässt am unteren Ende die erste Spur einer Abschnürung erkennen. Die Muskelplatten sind auch jetzt noch nach vorn offen. Die dazwischenliegende Faserlage hat zugenommen und überragt nach unten weit die eigentliche Lungenanlage. Die Trachea steht noch, wie in den vorigen Stadien, durch eine sehr enge Spalte mit dem Darmrohr in Verbindung. Die Leibesspalte, deren Kante früherhin nur im Bereich der Lungenanlage zur Rückseite des Vorderdarms vorgerückt war, umfängt jetzt auch das Trachealgebiet. Der obere Theil der Leibeshöhle ist geschlossen, der untere geht in den noch offenen Bauchraum über.

In der Mitte des vierten Tages hat sich die Senkung der Lungenspitzen deutlicher ausgeprägt und man sieht die Lungen jetzt als zwei scharf ausgeprägte, von dem Darmrohr abgesonderte Säckchen (Taf. XX, Fig. 5); bei seitlicher Betrachtung sind sie nach hinten schaufelförmig gebogen und bilden mit dem Darmrohr einen sehr spitzen Winkel. Von vorn gesehen erscheinen sie als zwei nach unten und aussen spitzwinklig

divergirende Schläuche; dorsalwärts stehen dieselben noch durch eine enge Passage mit dem Darmrohr in Verbindung. Die Faserwandung hat sich beträchtlich vermehrt, was besonders nach vorn hin deutlich zu erkennen ist. Daselbst liegen die Lungensäcke etwas excentrisch, so dass die Wandung hinten dünner erscheint als vorn. Etwa in der Höhe des mittleren Lungenabschnitts treten jetzt Spalten auf, die die Faserwand der Lunge von der des Darmrohrs trennen und die mit einer deutlichen Lage von Muskelelementen ausgekleidet sind. Schon von der Mitte des dritten Tages an zeigte die Muskelumkleidung des Darms Einkerbungen. Indem diese sich vertiefen wird zunächst die Umhüllung der Lungenspitzen frei, dann lösst sich das Darmrohr von den davorliegenden Theilen und ist nun von diesen durch eine auch die Lungenanlage umschliessende gemeinsame Höhle geschieden. Die Trachea ist immer noch nicht von dem Darmrohr gelöst, aber schon bemerkt man zwischen ihr und dem Darmrohr eine deutlich ausgeprägte Einbuchtung. An dieser Stelle hat sich das Epithel verdickt und ist von einem eigenthümlich gezackten Rand umgeben. Die Dicke des Epithels dieser Stelle beträgt 40 μ, die Dicke des Darmepithels 27 μ.

Die Leibeshöhle ist nach vorn vollständig geschlossen. Dieselbe fängt jetzt etwas höher, ungefähr im Bereiche des Anfangstheiles der Trachea an. Von hier reicht sie als eine mittelmässig weite Spalte bis zu der Grenze von Trachea und Speiserohr zurück. Die beiden hinteren Enden dieser Spalten rücken nach unten immer mehr und mehr an einander, bis sie in der Gegend des Anfangstheiles der Lunge nur noch durch eine enge Substanz-Brücke getrennt sind. Etwas höher, als dies in dem vorigen Stadium der Fall war, trennt sich die eigentliche Brusthöhle von der Pericardialhöhle ab, während sie nach unten zu direct in die Bauchhöhle übergeht.

G e g e n A n f a n g d e s f ü n f t e n T a g e s haben sich beide Lungensäckchen beträchtlich verlängert, so dass dieselben jetzt fast viermal so lang sind, als im vorigen Stadium. (Taf. XX, Fig. 6 und Taf. XXI, Fig. 4.) Zu gleicher Zeit sind sie etwas aneinander gerückt. Miteinander bilden sie einen spitzen Winkel. Ihr Ursprungstheil entfernt sich vom Darmrohr, ihr unterer Abschnitt nähert sich demselben wieder und endigt schliesslich in der gleichen Ebene wie dieser. Die Lungenanlage liegt mit ihren oberen Ende in der Höhe des Anfangs des Ventrikeltheiles des Herzens und ihre Spitzen reichen etwa bis zum untersten Ventrikelabschnitt hinab. Von der eigentlichen Schilddrüse 1^{mm} entfernt liegend, betragen sie in der Länge 1^{mm} und in der Breite 31 μ, während der grösste Abstand der beiden Lungen voneinander $0{\cdot}12^{mm}$ in ihrem oberen und 0·45 in ihrem unteren Abschnitt misst. Die Faserwand hat sich

verdickt und die Scheide zwischen Lungen- und Speiserohrwandungen ist nunmehr ausgeprägter als im vorigen Stadium.

Die Einschnitte, die im vorigen Stadium zwischen Trachea und Speiserohr vorhanden waren, sind so gegen einander gerückt, dass die Trachea in ihrem unteren Abschnitte von dem eigentlichen Speiserohr getrennt wird. Kurz nach dieser Trennung nimmt dieselbe eine abgeplattete Form an und theilt sich in zwei Lumina.

Ende des fünften Tages. Die Lungensäckchen haben wieder beträchtlich zugenommen, so dass dieselben jetzt zweimal so lang sind als in dem vorigen Stadium, sie reichen viel tiefer als die Herzspitze herab und liegen in einem Niveau mit der Leber. Sie kreuzen den darunterliegenden Darm schon in ihrem mittleren Abschnitt und ihre Spitzen liegen hinter demselben. In diesem hinter dem Darm liegenden Lungenabschnitt treten jetzt seitliche Ausstülpungen auf als runde durch einen engen Stiel mit der Hauptlichtung zusammenhängende Säckchen. Die Zahl derselben betrug an einem Präparate zwei. Wie nach hinten, so habe ich auch Bläschenauswüchse nach vorn gesehen, die Länge der Lunge betrug 3 ^{mm}, der Abstand der Spitze von dem oberen Rand des Unterkiefers betrug 5 ^{mm}. Die Dicke ihres Epithels 58 μ. Bis jetzt sind noch keine selbstständige Blutgefässe zu sehen. Die Faserlage hat sich sowohl in ihren oberen als auch unteren Abschnitten, besonders in dem letzteren, vermehrt. Die Lösung der Faserlage der Lunge geht schrittweise von unten nach oben vor. Oben geschieht die Trennung der Lungen und der Speiserohrumhüllung durch zwei in ihren vorderen Enden nicht sich erreichende Spalten. Unten dagegen ist eine vollständig nach vorn zu abgeschlossene gemeinsame Brusthöhle vorhanden, dieselbe scheint mit kleinen Rundzellen ausgekleidet zu sein. Nach abwärts erweitert sich die spaltförmige Höhle mehr und mehr und endlich schiebt sich die Leber in sie hinein, so dass Leber und Lunge jetzt in einer gemeinschaftlichen Höhle hinter dem Herzen liegen. Ein Diaphragma existirt zu dieser Zeit entschieden nicht.

Die Maasse die ich für die Lungenentwicklung bestimmt habe, giebt umstehende kleine Tabelle:

Maasse bei Lungenentwicklung.

Zeit.	3. Tag. Anfang.	3. Tag. Mitte.	3. Tag. Ende.	4. Tag. Anfang.	4. Tag. Mitte.	5. Tag.
Entfernung von der Schilddrüse	0·42 mm	0·500 mm	0·600 mm	0·675 mm	0·87 mm	1·85 mm
Länge der Lungensäckchen	—	—	—	0·12 mm	0·35 mm	1·0 mm
Dicke des Epithel	33 μ	42 μ	42 μ	45 μ	49 μ	—
Dicke der Faserlage.	—	17 μ	34 μ	57 μ	114 μ	199 μ

Soweit die Schilderung des Thatbestandes; nur kurz berühre ich die mechanischen Momente, welche bei den Entwicklungsvorgängen unserer beiden Organe in Betracht kommen können. Ueber die Schilddrüse gibt W. Müller eine längere hierauf bezügliche Auseinandersetzung. Der Ausgangspunkt der Entwicklung ist nach ihm in einer festen Adhärenz des Schlundepithels an der Theilungsstelle des primitiven Kiemenarterienstammes zu suchen. Er sagt: „Indem letzterer mit dem Herzen in sehr früher Zeit durch die stärkere Entwicklung der ihn umgebenden Theile nach rückwärts gedrängt wird, zieht er das anhaftende Stück des Schlundepithels zu einem rundlichen Fortsatz aus“ u. s. w.

Demgegenüber geht aus unserer Darstellung hervor, dass die Schilddrüse in ihrer ersten Anlage nichts mit dem Kiemenarterienstamme zu thun hat, da sie in den Bulbustheil des Herzens hineinragt, und die Ableitung Müller's fällt somit in sich selbst zusammen. Doch selbst wenn der von Müller angegebene Thatbestand richtig wäre, so würde ihm doch, ganz abgesehen von der principiellen Erörterung des Werthes solch rascher mechanischer Ableitungen, die Frage entgegenzuhalten sein, wodurch die eigenthümliche, abgerundete Gestalt der Drüse bedingt werde, da durch die Einwirkung einer Zugkraft an einer beschränkten Stelle doch viel eher ein zugespitzter Fortsatz entstehen möchte. Für die Abschnürung eines solchen wäre kein zureichender Grund denkbar. Und

was würde aus den benachbarten Theilen, die doch ebenfalls diesem Zug unterworfen sein müssten?

Verfolgt man die Bildungsgeschichte der Lunge und Schilddrüse und berücksichtigt die zu gleicher Zeit eintretende Umbildung des Herzens, so könnte man allerdings geneigt sein, die erstere zu der letzteren in Beziehung zu setzen, um so mehr, als beide in den früheren Stadien durch Gewebselemente zusammenhangen. Jedoch halte ich die Verhältnisse für zu complicirt, um eine mechanische Erklärung, die wirklich aller Anforderung genügte, aufstellen zu können.

Hypophysenanlage.

Da namhafte Autoritäten die Hypophyse als einen Abschnitt des Vorderdarms behandeln, so seien hier noch einige Bemerkungen über die Anlage derselben angeführt. Nach Durchmusterung einer ziemlich grossen Zahl von Präparaten, besonders Längschnitten, sowohl vom Huhn als von Säugethieren, muss ich der Ansicht von Götte[1] und Mihalkovics[2] beitreten, und die Hypophyse aus jenem Winkel ableiten, in dem das Hornblatt von der Schädelbasis auf die Rachenhaut umbiegt; nur habe ich zu erwähnen, dass man, kurz nachdem sich die Hypophysentasche deutlich ausgebildet hat, etwa am vierten Tage, neben und unten von derselben eine zweite taschenförmige Ausstülpung des Darmblattes bemerkt (Taf. XXI, Fig. 6 u. 7). Dieselbe liegt dicht an der Hypophysentasche an, so dass ihre untere concave Fläche genau auf die obere convexe des Hypophysensäckchens passt. Ihre Länge verhält sich zur Hypophysenlänge wie 1:5. Sie hat eine enge, trichterförmige Höhle und eine von radiär gestellten 27 μ hohen Cylinderzellen gebildete Wand von gleicher Dicke wie die Hypophysenwand.

Am fünften Tage trifft man diese beschriebene Tasche etwas deutlicher ausgebildet; sie liegt der Hypophysenwand immer noch genau an; ihr Lumen ist noch geringer als am vorhergehenden Tage und ihr Epithel misst 57 μ, bei einer Dicke des Darmepithels von 29 μ.

Am siebenten Tage, wo die Hypophyse nur noch durch einen soliden Strang mit der Schlundhöhle in Verbindung steht, bemerkt man als Rest dieser Tasche einen von dem Verbindungsstrang der Hypophyse abgehenden kurzen Nebenzweig, dessen Länge 171 μ beträgt (Taf. XXI, Fig. 8). Eine ähnliche Ausstülpung habe ich am vierten Tage neben der beschriebenen liegen sehen; dieselbe stellte sich am fünften Tage als ein

---

[1] *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Band IX, S. 397.
[2] *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Band XI, S. 403.

rundes, solides Gebilde dar, dessen weitere Schicksale ich nicht zu verfolgen vermochte. Vielleicht hat man es hier mit der ersten Anlage der von Kölliker beschriebenen Pharyntonsille zu thun.

Chorda.

Was die Verhältnisse der Chorda zur Hypophyse betrifft, kann ich im Allgemeinen wieder den Behauptungen von Mihalkovics' und W. Müller beitreten, nur möchte ich gegen die von Mihalkovics aufgestellte Ansicht, im Betreff des oberen Chordaendes in sehr frühen Stadien, die Einwendung erheben, dass zur Erkennung dieses Verhaltens einfach ausgebreitete Embryonen nicht dienen können. Die Dickedimension im Bereich des Kopfes ist schon so erheblich, dass eine scharfe genauere Contour von der oberen Grenze eines so dünnen Zellenstreifens wie die Chorda nicht mehr zu erlangen ist. Alle Embryonen früherer Stadien, die ich in toto untersucht habe (eine ziemlich grosse Zahl von Osmiumsäure-, Carmin- und Hämatoxylinpräparaten) geben kein scharfes oberes Chordaende. Man sieht einfach nach oben zu die Chorda in eine undeutliche Zellenmasse auslaufen, über deren Contour man bei keiner Einstellung ein deutliches Bild bekommen kann. Eine sichere Vorstellung kann man nur durch Längschnitte erhalten. Diese zeigen zu Anfang des dritten Tages bei noch nicht durchrissener Rachenhaut, dass sich die Chorda nach vorn und oben zu stark verjüngt und in einen dünnen Zellenstrang umläuft, welcher stark nach vorn zu gerichtet ist und mit einer feinen Anschwellung endet. Diese Anschwellung könnte man als einen Knopf ansehen, ob dieselbe irgendwie mit dem Hornblatt oder der Rachenhaut zusammenhängt, war nicht deutlich zu sehen.

Das obere Chordaende behält diese undeutliche Begrenzung bis die Rachenhaut durchrissen ist, von da an bekommt sie scharfe Abgrenzungen und bildet einen nach vorn und unten umgebogenen Haken. Hierüber sowie über das weitere Verhalten habe ich den sehr genauen Angaben Müller's nichts hinzuzufügen.

Ist es gestattet, auch über die Trichteranlage noch einige Worte zu sagen, so finde ich die Ansicht von Mihalkovics als nicht genau der Beobachtung entsprechend. Mihalkovics behauptet nämlich, dass erst, nachdem die Rachenhaut schon durchrissen sei, sich der Trichter zu bilden anfange. Dass dies nicht richtig ist, beweisen Längschnitte von Embryonen, selbst von solchen, deren Kopf noch nicht gedreht ist. Man bemerkt hier sogar an mässig gelungenen Schnitten einen von dem Vorderhin abgehenden, nach unten gerichteten Vorsprung, wie ihn His[1]

[1] *Unsere Körperform.* S. 94 u. 95.

sehr gut abbildet. Man kann diese vorgebuchtete Stelle von der Zeit an, wo das Gehirn noch ausgestreckt liegt, bis zu dessen vollendeter Krümmung verfolgen.

In dem Stadium, welches Mihalkovics[1] Fig. 3, Taf. XXII abbildet, war die Trichteranlage beim Hühnchen ganz unzweifelhaft als eine mässig vorspringende, nach hinten und oben gerichtete Ausbuchtung des Vorderhirns zu sehen, gegen welche die erste Hypophysenanlage, wie es Mihalkovics richtig abbildet, hinstrebt. Dieser Thatsache zu Folge verlieren die mechanischen Momente, die Mihalkovics zur Entstehung des Trichters angeführt hat, ihre Grundlage, und selbst wenn die Darstellung richtig wäre, so finde ich doch seine Auslegung etwas kühn. Denn man sollte glauben, dass, wenn der obere Stumpf der zerrissenen Rachenhaut gegen die untere Fläche des Gehirns drückt, dasselbe entweder vollständig abgeflacht, oder das ganze Medullarrohr nach hinten und oben gedrängt werden müsse. Ist es doch selbstverständlich, dass, wenn an irgend einer Stelle eine Spitze entstehen soll, zwei Zugkräfte bez. ein activer Zug und eine Widerstandskraft in entgegengesetzter Richtung auf dieselbe einwirken müssen. In unserem Fall könnte man den Widerstand in dem Aufhören des Wachsthums des betreffenden Hirntheils zu finden geneigt sein, indessen ist darüber zu wenig bekannt, um eine Hypothese darauf stützen zu können. Gegen die von Müller aufgestellten mechanischen Erklärungen für die Entstehung des Trichters lassen sich ebenfalls Einwände erheben, die wir hier jedoch nicht erörtern wollen. Ich habe mir vergebliche Mühe gegeben, für die Entstehung des Trichters eine Erklärung zu finden, die allen Forderungen genügen könnte, aber sowohl hier, wie bei der Anlage der Lunge und Schilddrüse scheiterten meine Versuche.

Zum Schluss bleibt mir die angenehme Pflicht, meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. His, unter dessen Leitung die hier mitgetheilten Untersuchungen ausgeführt worden sind, meinen Dank für seine Unterstützung und stete Theilnahme auszusprechen.

---

[1] *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Band XI.

Erklärung der Tafeln.

Taf. XX.

Sämmtliche Figuren sind nach Querschnitten construirt. Jedes der 6 Felder enthält rechts die mediale, links die frontale Construction, beide zusammengehörige Constructionen besitzen dieselbe Höhenorientirung. Die Querstriche und Nummern bezeichnen die Schnittgrenzen. Vergrösserung 40fach.

Ch Chorda dorsalis. *Ns* Nebenschilddrüsen.
S Schilddrüsenanlage. *L* Lungenanlage.

Fig. 1. Vorderdarm. Hühnchen 54stündige Bebrütung.
Fig. 2. „ „ Mitte des 3. Tages.
Fig. 3. „ „ Ende des 3. Tages.
Fig. 4. „ „ Anfang des 4. Tages.
Fig. 5. „ „ Mitte des 4. Tages.
Fig. 6. „ „ 5. Tag der Bebrütung.

Taf. XXI.

Die Figuren 1—5 sind nach Photographien gepaust. Bezeichnungen für 1—8

Am Ammion.
G Gehirn.
Kh Kopfhaut.
M Mundraum.
R Rachenhöhle.
Ch Chorda dorsalis.
U Unterkieferforstatz.
S Schilddrüse.
L Lunge.
V Ventrikel.
Vh Vorhof.
Ab Aortenbulbus.
A d Aorta descendens.
Z Zunge.
T Trichterfortsatz.
Hp Hypophysensäckchen.
N Nebensäckchen.
Sp Schlundspalte.
Gv Gehirnvene.
G Verbindung zwischen Hypophyse und Vorderdarmhöhle.

Fig. 1. Vergr. 20. Hühnchen 3. Tag.
Fig. 2. „ 25. „ oberer Theil sagittal geschnitten, Ende des 3. Tages.
Fig. 3. „ 20. „ sagittal, 4. Tag.
Fig. 4. „ — „ Sagittalschnitt, Anfang des 4. Tages.
Fig. 5. „ — „ Querschnitt der Schilddrüsenanlage, Ende des 3. Tages.
Fig. 6. „ 25. „ Hypophysenanlage, 4. Tag.
Fig. 7. „ 25. „ Hypophysenanlage, 5. Tag.
Fig. 8. „ — „ Hypophysenanlage, 7. Tag.

Notiz über die Ringform des Duodenum.

Von

Wilh. Braune.

Die Beschreibungen der Form des Duodenum erschöpfen sich in dem Vergleiche mit einem Hufeisen. Man unterscheidet einen oberen und unteren Horizontaltheil, die mit einander durch den Bogen des senkrechten Abschnitts verbunden sind, und lässt die Uebergangsstelle zum Jejunum, die Flexura duodenojejunalis, in einer Frontalebene mit nach links gerichteter Convexität abwärts umbiegen. Dieser Darstellung entsprechen die in den Lehrbüchern gegebenen Abbildungen. Nur die Beschreibungen von Luschka, Treitz, Bourgery und Henle weichen in etwas von der schulmässigen Lehre ab und nähern sich dem wahren Sachverhalt.

Treitz (*Prager Vierteljahrsschrift*, X. 1853, S. 144) und Bourgery (*Anatomie, Atlas*, f. V. pl. XXV) geben dem unteren Horizontaltheil des Duodenum eine schräg nach links hinaufgehende Richtung, legen aber ebenfalls die Flexura duodenojejunalis frontal, und lassen das unteren Ende nach links herabziehen.

Die beste Abbildung gibt Henle (*Atlas*, Tab. 233), die man zutreffend nennen könnte, wenn nicht die gewaltsam nach rechts hinübergelegten Dünndärme den Gedanken einer gewaltsamen Lageveränderung der Flexura duodenojejunalis erweckten, und wenn nicht das auf Tab. 227 gegebene Gesammtbild diese Annahme unterstützte; denn auch da stimmt das Bild vollständig mit dem Hufeisenschema.

Nach Luschka (*Anatomie des Bauches*, 1863. S. 206), bildet das Duodenum eine sehr eigenthümlich gekrümmte Schlinge, an der man drei unter fast rechten Winkeln in einander übergehende, annähernd gleich lange Portionen unterscheiden kann. Die Pars horizontalis superior ver-

läuft, von der Leber und dem hinteren Ende der Gallenblase gedeckt, in der Höhe des 1. Lendenwirbels horizontal von vorwärts nach rückwärts; die Pars descendens steigt neben dem zweiten und dritten Lendenwirbel vor der rechten Niere schräg medianwärts herab; die Pars horizontalis inferior seu transversa zieht vor dem Körper des dritten Lendenwirbels und vor der Aorta und Vena cava inferior, dagegen hinter der Arteria mesenterica superior schräg nach links empor, so dass ihr Ende annähernd in der gleichen Ebene wie der Anfang des Duodenum liegt.

Die Luschka'sche Beschreibung kommt dem wirklichen Verhältniss der Lage so nahe, dass es fast unnöthig erscheinen könnte, dieselbe zu vervollständigen, wenn nicht die tägliche Erfahrung am Sectionstische zeigte, dass das Wahre damit noch nicht erreicht ist, und dass die alten unrichtigen Formbestimmungen bei dem Aufsuchen richtiger Darmabschnitte sehr störend immer noch auftreten. Mit dem Gedanken an ein in einer frontalen Ebene liegendes hufeisenförmiges Darmstück, gleichviel, ob dessen unterer Schenkel nach aufwärts gebogen ist oder nicht, tritt der Anfänger an den Leichnam und weiss sich nicht zurechtzufinden, wenn er das Ende des Duodenum und die Flexura duodenojejunalis mit der daneben liegenden Bauchfelltasche (Fossa duodenojejunalis) suchen soll. Er findet wohl beim Hinüberlegen von Dünndarmmassen auf die rechte Seite ein quer über die Wirbelsäule herüberziehendes Darmstück, weiss aber anfangs nicht, was er mit dem senkrecht nach aufwärts ziehendenDarmabschnitt machen soll, welches unter der Mesenteriumwurzel sichtbar wird, und mit starker Krümmung nach vorn sich sich abwärts wendet, um sich in das Convolut der Dünndärme fortzusetzen.

Dieses Stück ist eben das Ende des Duodenum und die nach vorn in die Mesenterialplatten sich einsenkende Krümmung die Flexura duodenojejunalis. Sie wird nach oben fixirt, an das Zwerchfell, durch den von Treitz entdeckten Musc. suspensorius duodeni, und in ihrer Lage nach vorn bestimmt durch die Richtung des Mesenterium — welches die Mündung eines von hinten nach vorn gerichteten Sackes bildet.

So kommt in dem Verlaufe des Duodenum die Bildung eines offenen Ringes zu Stande, welcher vom Pylorus ausgehend, bis in die Nähe desselben unter der unteren Magenwand wieder zurückläuft, um dann nach vorwärts in den Tractus des Jejunum und Ileum weiter zu ziehen.

Hält man dieses Bild fest und lässt das alte der Hufeisenform fallen, so wird man sich leicht den Lauf des Darmes vom Pylorus bis zum Jejunum vergegenwärtigen können und keine Mühe mehr haben, die einzelnen Abschnitte des Duodenum bei der Section zu finden.

Die Figur I. ist dem Präparat am gehärteten Körper eines Knaben entnommen. Sie fand stets sich in gleicher Weise vor, auch bei älteren Individuen, wenn nur an gehärteten Cadavern darauf hin untersucht ward. Die Härtung geschah, nach der von His an unserer Anstalt eingeführten Methode, durch Injection der Gefässe mit Chromsäure.

Die früheren Darstellungen sind dadurch incorrect geworden, dass man an weichen Präparaten arbeitete, bei denen nach Eröffnung der Bauchhöhle eine Verschiebung der einzelnen Theile und ihrer ursprüng-

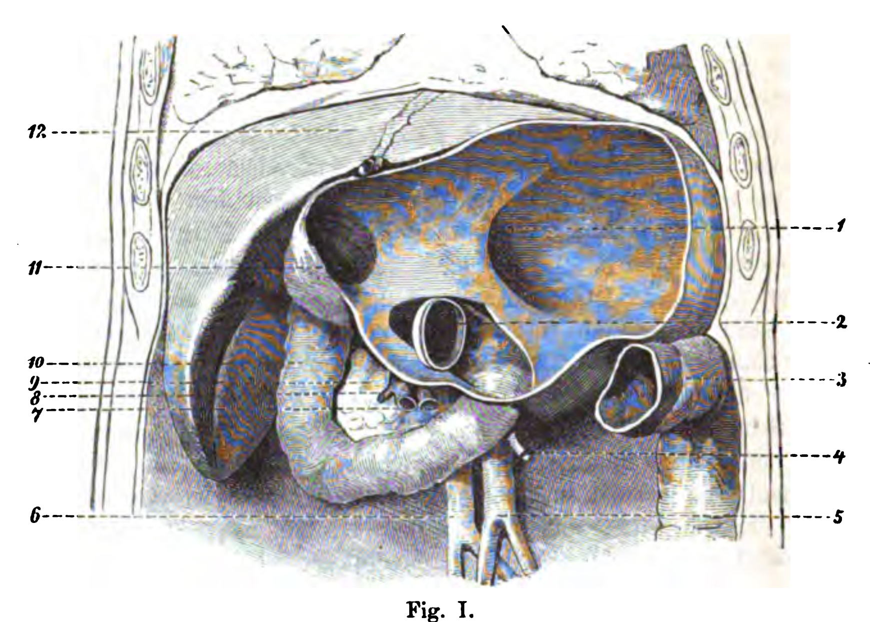


Fig. I.

1. Cardia. 2. Flexura duodenojejunalis. 3. Flexura coli sin. 4. Art. mes. inf. 5. Aorta abd. 6. Vena cava inf. 7, 8, Vasa mes. sup. 9. Pancreas. 10. Duodenum. 11. Pylorus. 12. Leber.

lichen Lage sich nicht vermeiden lässt. Nimmt man dagegen Körper, die durch Chromsäure oder Alcohol oder Frost gut gehärtet sind, so kann man sich davon überzeugen, dass das Duodenum und die Flexura duodenojejunalis stets einen Ring bilden, natürlich nicht einen in sich zurücklaufenden, sondern einen offenen, eine flache Spiraltour. Je nach dem Füllungsgrade des Magens liegen die Endpunkte des ringförmigen Stückes näher oder weiter von einander entfernt.

Ich habe schon früher gezeigt, dass die Lage des Pylorus und damit auch die des oberen Duodenalabschnittes mit dem Füllungsgrade des Magens wechselt, so dass bei leerem Magen der Pylorus in die Mittellinie des Körpers zu liegen kommt, bei gefülltem nach rechts hinüber

rückt. Somit wird sich auch mit der Füllung des Magens der Ring mehr öffnen, mit der Entleerung desselben mehr schliessen müssen, da jetzt der bewegliche Pylorus näher an die Flexura duodenojejunalis her anrückt.

Dass dieser Ring nicht in einer frontalen Ebene liegt, nicht darin liegen kann, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden. Das Duodenum ist über die Wirbelsäule modellirt, so dass der senkrechte Theil weiter hinten liegen muss, als der untere querverlaufende Abschnitt, der sich über die Wirbelsäule herumgekrümmt.

Dieser Abschnitt ist es auch, der mit der Flexura duodenojejunalis den am besten in seiner Lage fixirten Theil des Duodenum darstellt. Er liegt unter den grossen Mesenterialgefässen, der Vena und Arteria mesenterica superior. Diese bilden in der Rückenlage des Körpers mit der Aorta abdominalis beim Cadaver eine Zwinge, welche das Duodenum einengt, so dass man bei gut gehärteten Körpern sehr oft das Duodenum hier ganz abgeplattet und seines Inhaltes entleert findet. Lässt sich auch erwarten, dass beim Lebenden diese Verhältnisse sich mit der Gefässfüllung ändern, dass durch den Blutdruck die Arterie sich aufrichtet, und das Duodenum entlastet, so ist doch diese Beziehung für pathologische Fälle im Auge zu behalten, und zu berücksichtigen, ob Erweiterung der Gefässe oder des Duodenum Störungen der Canalisation hervorbringen können. Aber noch in einer weiteren Beziehung erweckt diese fixirte Lage des Duodenalendes das praktische Interesse.

Wenn in der Beweglichkeit einzelner Darmabschnitte ein Schutz gegeben ist gegen die zerstörende Wirkung der auf die Unterleibswandungen wirkenden Contusionen, so wird dieses Duodenalstück, trotz seiner versteckten Lage, eben durch seine relativ grosse Unbeweglichkeit in dieser Beziehung gefährdet erscheinen. Und in der That zeigt die Erfahrung, dass Zerreissungen des Duodenum und besonders seines unteren Stückes bei Contusionen des Unterleibes gar nicht so selten sind als man ihrer gedeckten Lage nach von vornherein erwarten sollte.

Die Fixirung des unteren Duodenalendes, der Flexura duodenojejunalis, erfolgt durch den von Treitz beschriebenen Musc. suspensorius duodeni (a. a. O.). Es wird durch denselben ebenso wie durch die Richtung des oberen Endes des Mesenterium die Ringform des Duodenum bedingt, die von Treitz sicher bemerkt worden wäre, wenn nicht das Zurücksinken der gelösten nachgiebigen und weichen Darmtheile die ursprüngliche Lage verändert hätte Denn die Beschreibung von Treitz ist so eingehend und so genau, dass er ausdrücklich sagt (a. a. O., S. 113), die beiden Querstücke des hufeisenförmigen Duodenum hätten in den meisten Fällen eine schräge, oft sogar eine senkrechte Richtung, so dass

das Endstück der Pars transversa inferior, die sogenannte Flexura duodenojejunalis in gleicher Höhe und oft noch höher steht als der Pylorus.

Es ist nicht schwer, sich von dem Vorhandensein der von Treitz beschriebenen Muskelmasse zu überzeugen. Nach Wegnahme des Pancreas fühlt man sofort beim Versuche, das Duodenum herabzuziehen, die, starken Widerstand leistenden Züge. Bei der Herausnahme der dreieckigen durchscheinenden Muskelplatte, die sich breit an den oberen Rand des Duodenum ansetzt, und strangförmig nach oben zum Hiatus aorticus zu sich verschmälert, kann man schon mit blossem Auge die röthlichen Faserzüge erkennen. Dieselben erweisen sich an Querschnitten der gehärtetn Platte als dicht gedrängt liegende Gruppen glatter Muskelzellen. Nach aufwärts sammeln sich die Bündel in eine sehr elastische, federnde Sehnenplatte, welche das Ganglion semilunare überdeckt und mit den Muskelzügen des Zwerchfells am Hiatus aorticus in Verbindung tritt, um hier zu endigen. Fast stets lässt sich hier ein doppelter cylindrischer Muskel nachweisen aus quergestreifter Muskulatur bestehend, welcher in die Sehnenplatte der glatten Muskulatur ausläuft. Nach abwärts gehen die oberflächlichen Schichten in die Längsmuskelzüge, die tiefen in die cirkulären Züge der Muscularis des Duodenum über. Es fanden sich also die Angaben von Treitz in den 10 bis 12 Fällen, die ich untersuchte, im Wesentlichen bestätigt.

Man muss annehmen, dass es diese Befestigung der Flexura duodenojejunalis ist, welche wesentlich die Ringform des Duodenum mit bedingen hilft; und, dass durch diese besonders starke Fixirung des Duodenalendes ein hervorragendes Moment für die Lagerung und Anordnung des Darmrohrs überhaupt gegeben ist.

Bei Besprechung der Entstehung der Fossa duodenojejunalis hebt Treitz eine Dislocation des Duodenum hervor, bedingt durch die relative Verkleinerung der Leber beim Embryo, und behauptet, dass mit dem dadurch bedingten Erheben des oberen Duodenalendes auch das untere Ende der Duodenalschlinge nach rechts und unten gezogen werden müsse. Es hat schon Waldeyer (*Virchow's Archiv*, 60. Bd. 1874. S. 85) auf das Unhaltbare einer solchen Annahme aufmerksam gemacht, da das Duodenum bei Dislocation des einen Endes nicht die Bewegungen eines starren Winkelhebels mit dem andern Ende machen kann, und zugleich darauf hingewiesen, dass diese Fixirung des unteren Duodenalendes durch den Musc. suspensorius duodeni schon frühzeitig und zwar zu einer Zeit eintrete, wo eine Fossa duodenojejunalis noch nicht existire.

Ich kann Waldeyer in dieser Beziehung nur beistimmen. Eine Reihe von Embryonen, an denen ich nach Chromsäure- und Alcoholhärtung Magen und Duodenum in der Lage präparirte, zeigten, dass

in der Taht diese Ringform des Duodenum schon sehr frühzeitig vorhanden ist, dass also die Fixirung der Flexura duodenojejunalis der Taschenbildung vorausgeht, nicht aber eine im Sinne von Treitz

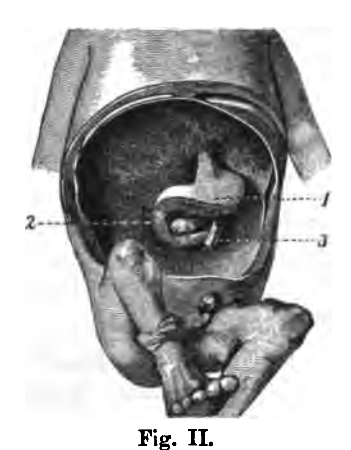


Fig. II.
1. Magen. 2. Duodenum. 3. Flexura duodenojejunalis.

angenommene hebelartige Verschiebung des Duodenum die Taschenbildung des Peritoneum zu erklären vermag. Die beifolgende Abbildung eines dreimonatlichen Embryo (Länge 8·5 ^{cm}) zeigt, wie frühzeitig schon die Form der Duodenalringes auftritt.

Notiz über die Windungen an der unteren Fläche des Splenium corporis callosi beim Menschen und bei Thieren.

Von

Prof. Gustaf Retzius
in Stockholm.

In Veranlassung der neulich von Dr. E. Zuckerkandl[1] veröffentlichten interessanten Abhandlung über Windungen an der unteren Fläche des Balkenwulstes des Menschen und verschiedener Thiere erlaube ich mir folgenden, hauptsächlich historischen Beitrag mitzutheilen:

Schon seit vielen Jahren waren diesen Windungen meinem Vater, Anders Retzius, bekannt, und er hat bei verschiedenen Gelegenheiten öffentlich die Aufmerksamkeit auf dieselben gelenkt. So hielt er im Jahre 1856 bei der Versammlung skandinavischer Naturforscher in Christiania einen Vortrag über diesen Gegenstand sowie über die Natur der Fascia dentata des Menschen; und in den Verhandlungen dieser Versammlung findet man folgenden Bericht über diesen seinen Vortrag, welcher wörtlich aus dem Schwedichen übersetzt[2] so lautet: Ueber graue Windungen (Gyri) an der unteren Fläche des Gewöbes (Fornix) und des Balkens (Splenium) im Gehirn vom Menschen und von Thieren".

„A. Retzius erinnerte, dass er bei mehreren früheren Gelegenheiten auf bedeutende Windungen von grauer Substanz an der unteren

---

[1] Beitrag zur Entwicklung des Gehirnes. *Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte.* Herausgeg. von W. His und W. Braune. Bd II, No. XXVII, S. 442, Jahrg. 1877.

[2] Om grå vindlar (Gyri) på undre sidan af Hvalfvet (Fornix) och valken (Splenium) i hjernau hos manniskan och djur. *Forhandlinger ved de Skandin. Naturforsk. Möde i Kristiania 1856.*

Fläche des Gewölbes bei den Säugethieren die Aufmerksamkeit gelenkt hatte, als dafür sprechend, dass dies Organ der unteren Fläche der Hemisphären angehört, eine Ansicht, welche schon von Eschricht in der ersten Auflage seiner *Physiologie* gegeben wurde. Retzius hatte später gefunden, dass denselben entsprechende Gyri auch beim Menschen vorhanden sind, obwohl sie, in Zusammenhang mit der grossen Entwicklung der Hemisphären sowohl als des Splenium, so unbedeutend sind, dass sie leicht übersehen werden. Es ist wohl bekannt, dass der hintere Theil des Fornix mit dem Corpus collosum verschmolzen ist. Man könnte dagegen sagen, dass beide diese Theile hinten in das sogenannte Splenium corporis callosi eingehen. — Durch diesen Namen bekommt man leicht die Vorstellung, dass diese Partie dem Corpus callosum gehört. Dass es aber nicht der Fall ist, erscheint am Gehirn der Säugethiere deutlicher ausgedrückt als an dem des Menschen.

Bei den Säugethieren (Herr Retzius legte Zeichnungen aus dem Gehirn der Katze, des Hundes, des Seehundes, des Schweines, des Ochsens, des Schafes u. s. w. vor) ist nämlich ein grosser Theil des Fornix nebst dem Splenium von grossen symmetrischen Windungen (Gyri) aus grauer Substanz bedeckt. Bei den Raubthieren sind diese Windungen kleiner, bei dem Schweine und den Wiederkäuern grösser und mehr getheilt. Die vorderste dieser Windungen bildet ein ziemlich schmaler aber gleichbreiter Gyrus, welcher wie ein griechisches ς gebogen aus der grossen Spalte zwischen den beiden Hemisphären an der unteren Fläche der Davidsharfe hervortritt, seitwärts nach aussen gegen die Randleiste (Tania fornicis) verläuft und diese begleitet, bis er sich in dem bei Thieren im allgemeinen schmalen Nilpferdfusse (Pes hippocampi major) erliert. Dieser Gyrus ist derselbe Gehirntheil wie die Fascia dentata beim Menschen. Er entbehrt der Quereinschnitte, welche ihm beim menschlichen Gehirn den Namen gegeben haben und ist auch nicht so tief in die Falte des Hippocompus eingesenkt. Es würde deswegen Niemand daran denken, den Namen Fascia dentata hier anzuwenden; ich selbst hatte auch oft diese Windungen wahrgenommen, ohne die Homologie mit der Fascia dentata zu ahnen. Bei den Thieren verlaufen dieselben an der unteren Fläche des Fornix und der Davidsharfe ganz in der Nähe der Mittellinie und legen sich sehr nahe an einander, wie zwei Bogen, die an einandergelegt den Buchstaben W bilden. Wenn man die inneren Schenkel dieser Bögen trennt, so sieht man zwischen dem hinteren Theil der Davidsharfe und dem Splenium, gleichsam eine breite Commissur zwischen den beiden Seitenhälften des Gehirns. — Hinter diesem Gyrus liegt ein anderer grösserer, welcher nach der Mittellinie, oder der grossen Längsspalte (Fissura longitudinalis major) hin, sich erweitert, breit wird

und bei verschiedenen Thieren (Ochsen, Schaf, Schwein, Hund) gleichsam in mehrere kleine Gyri sich zertheilt. Dieser Gyrus folgt nach innen auf den äusseren Rande des ersteren und bildet den unteren hinteren Theil der Randwindung des Gehirns, Fovilles „ourlet“, dem Arnold den treffenden Namen Gyrus fornicatus gegeben hat.

In dem Gehirn des Menschen, wo das Corpus callosum eine so bedeutende Entwicklung hat und das Splenium eine grosse freie Oberfläche besitzt, erscheinen die Verhältnisse bei flüchtiger Betrachtung ganz verschieden. Aber auch hier findet man bei genauerem Nachforschen ein Paar eigene Gyri, obwohl sehr klein, platt und hellgrau. Sie sind nämlich von der grossen Randwindung bedeckt. Um eine Ansicht von jenen zu bekommen, muss diese, wo sie dem Splenium anliegt, erhoben werden. Dann treten sie hervor, sind schmal, niedrig, zungenförmig und dünn, hinten einander sich nähernd, und erstrecken sich zuweilen bis zur hinteren Fläche des Splenium. An Gehirnen, die in Weingeist erhärtet sind, erscheinen sie bisweilen höher und in anderen Fällen zugespitzt. — Nach vorn hin divergiren sie und gehen in die Fascia dentata Tarini über. — Zusammen mit dieser Partie bilden sie ein ein eigenes Paar von Hirnwindungen. Die Lage und die übrige Beschaffenheit der Fascia dentata sind längst bekannt. Aber die Fascia dentata, deren Namen so wenig passend ist, hat, soweit ich weiss, ihren Platz unter den Ordnungen der Windungen nicht eingenommen; noch hat man, soweit mir bekannt, der Partie derselben Aufmerksamkeit geschenkt, welche hier als unter dem Splenium liegend angeführt wurde; noch hat man das bei den Thieren unter dem Fornix befindliche bedeutende, ungezahnte Windungspaar beschrieben.“ —

Im Jahre 1859 findet man dann in der schwedischen Zeitschrift *Hygiea*[1]) eine zweite Mittheilung von Anders Retzius über dieselben Windungen des Fornix und Splenium; sie stimmt vollständig mit der eben angeführten überein, weswegen ich auf dieselbe nicht näher eingehe.

In demselben Jahre, 1859, findet man ferner in *Dublin Medical Press*[2] eine dritte Mittheilung von demselben Verfasser (Anders Retzius) über die fraglichen Windungen. Hier hat er nun in historischer Hinsicht neue Erläuterungen beigefügt. Er hatte offenbar bei genauer Nachforschung gefunden, dass die von ihm entdeckten Windungen schon von Vicq d'Azyr bemerkt waren. Es geht nämlich aus dieser Mittheilung hervor, dass nunmehr Anders Retzius die fraglichen Windungen beim

---

[1] *Hygiea.* Stockholm 1859, S. 388.

[2] *Dublin Medical Press*, Vol. XIII, No. 1094. December 21, 1859, S. 388. Anatomical Observations. By Prof. A. Retzius. 2.

Menschen und bei Thieren von Vicq d'Azyr angeführt gefunden hatte. Dies geschah im Sommer 1859 in Paris, wo er — wie ich mich sicher erinnere — unter Anderem viel über diesen Gegenstand mit Gratiolet sprach.

Nach dem Tode meines Vaters, im Jahre 1860, sammelte ich seinen literarischen Nachlass und fand dabei unter Anderem auch mehrere zu der Mittheilung über die Windungen des Fornix und des Splenium gehörige in derselben schon erwähnte schöne Abbildungen, nämlich aus dem Gehirn des Menschen, des Ochsen, des Schafes, des Schweines, des Hundes und der Katze. Dabei lag auch ein Citat aus Vicq d'Azyr, welches sich eben auf diesen Gegenstand bezieht. Da diese Angabe des ausgezeichneten alten Anatomen, obwohl sie nur kurz ist und nicht eben leicht gefunden werden kann, nicht bekannt zu sein scheint, so erlaube ich mir sie hier anzuführen, um so viel mehr, als Zuckerkandl auch Vicq d'Azyr unter denen aufzählt, bei welchen er vergebens nach Angaben über diese Windungen gesucht hat.

In den *Oeuvres de Vicq d'Azyr, recueillies etc. par Moreau,* T. VI, findet man in der Beschreibung des Planche XIII, welche das menschliche Gehirn darstellt, folgende Aeusserung[1]: „Cette planche a pour objet de faire voir le triangle médullaire ou voûtre à trois piliers, et la bandelette de l'hypocampe, ou corps bordé, corpus fimbriatum, le grand hypocampe lui-mème ou corne d'Ammon et sa portion corticale et godronnée dans leur entier, avec une partie des circonvolutions profondes qui leur servent de plancher.“ Bald danach in derselben Beschreibung[2] findet man, unter Hinweisung auf die Figur, Folgendes: 37, 38, 39, 37, 38, 39, portion godronnée qui accompagne la corne d'Ammon. Ce tractus est formé de substance corticale, je l'ai appelé bord interne et dentelé de la corne d'Ammon dans le volume de l'Accadémie royal des Sciences pour l'année 1781, page 610, p, p; il diminue du volume à mesure qu'il s'avance vers la partie antérieure, ou il finit en pointe. Ici sa naissance est cachée: on la voit en 20·20 dans la planche suivante. Planche XIV.“ In der Beschreibung der Planche XIV liesst man dann über denselben Gegenstand Folgendes[3]: „En 20·20, l'origine de la portion grise et interne ou godronnée de la corne d'Ammon. C'est cette portion que l'on voit planche XIII, en 37, 38, 39, et dont l'origine est cachée dans cette même planche en 37 par la partie latérale et

[1] *Oeuvres de Vicq-d'Azyr recueillies et publiées etc.* par Jacq. L. Moreau. Tome sixième. Paris 1805, p. 85.

[2] l. c. p. 88.

[3] l. c. p. 93.

postérieure du triangle médullaire. Cette disposition est très-importante à connoître parce qu'elle distingue le cerveau de l'homme d'avec celui des quadrupèdes en général, dans lesquels cette portion grise ou corticale de la corne d'Ammon est d'un très-grand volume, et se montre sous la forme d'un arrondissement ou tête située entre la voûte à trois piliers et les couches optiques. Les singes sont les seuls dans lesquels structure de cette portion grise soit à peu près la même que dans l'homme."

Endlich kommt noch einmal, in der Beschreibung des Planche XVII, eine hierauf bezügliche Bemerkung vor[1]: „Cette planche représante le Cerveau vu par sa base, et disséqué de manière à montrer une coupe horizontale des cornes d'Ammon, ou grands hypocampes, qui sont dessinés en entier dans les planches XIII, XVII, XVIII et XIX. On y remarque les substances grise et blanche, et la portion godronnée de ces portions." Betreffs der Figur dieser Tafel (Planche XVII) finde ich eine nebst dem Citate geschriebene Bemerkung von Anders Retzius, die in Uebersetzung so lautet: „Die ganze Fascia dentata ist hier zur Ansicht gebracht, sie ist aber viel zu breit und stark. Auch der hinterste, an dem Splenium ruhende Theil erscheint, obwohl abgetrennt und undeutlich (ohne mit Zeichen versehen zu sein."

Aus den hier angeführten Bemerkungen Vicp d'Azyr's geht es hervor, dass dieser Forscher schon die fraglichen Windungen sowohl beim Menschen als bei Thieren („les singes", „les quadrupèdes") kannte; er hat sie unter dem Namen „la portion godronnée de la corne d'Ammon", „la portion corticale et godronnée de la corne d'Ammon", „la portion grise et interne ou godronnée de la corne d'Ammon" und früher schon „bord interne et dentélé de la corne d'Ammon" an verschiedenen Stellen besprochen; er hat die verschiedene Beschaffenheit dieses Theiles beim Menschen (und Affen) einerseits und „Quadrupèdes en général" andererseits bemerkt; und endlich hat er an einigen seiner Tafeln über das menschliche Gehirn denselben abgebildet, obwohl nicht besonders schön und deutlich.

Diese Entdeckung Vicq-d'Azyr's wurde dann auf lange Zeit vergessen, bis ungefähr in der Mitte dieses Jahrhunderts Anders Retzius die fragliche Bildung von Neuem entdeckte und aus der Vergessenheit zu ziehen versuchte. Er starb indessen, ehe er seine ausführlichere Darstellung davon veröffentlicht hatte, und so geschah es, dass die Wissenschaft, die sonst in späterer Zeit die Hirnwindungen so genau verfolgt hat, diese höchst interessanten Windungen des Fornix und Splenium nicht unter ihre Schätze einregistrirt hat. Es war seit Jahren meine

[1] l. c. p. 125.

Absicht, die betreffende Beschreibung und die Tafeln meines Vaters zu publiciren, ich habe aber leider bis jetzt nicht Zeit dazu gefunden; ich bin aber damit beschäftigt, seine „gesammelte anatomische Schriften“ zu veröffentlichen, und werde da in der Reihe seiner nachgelassenen Tafeln auch die die fraglichen Windungen betreffenden publiciren.

Indessen habe ich noch eine historische Notiz bezüglich der Windungen anzuführen. In der ersten Hälfte der Arbeit von Axel Key mir, „*Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes*“,[1] haben wir an der Taf. IV, Fig. 1 und 2 ein Schafhirn im sagittalen Durchschnitt abgebildet und bei *x* einen eigenthümlichen Gyrus gezeichnet, welchen wir eben als den von Anders Retzius hier auch beim Schafe beschriebenen Windungen erkannten. An der Seite 102, in der Note, äussern wir unter Anderem darüber: „An der Taf. IV, Fig. 1 und 2 sieht man bei *x* einen an der unteren Fläche des Splenium und Psalterium befindlichen, am Durchschnitt birnförmigen Gyrus, welcher in dieser starken Entwicklung beim Schafe constant zu sein scheint. Man sieht auch, wie er nach hinten ein allmählich sich verdünnendes Blatt aussendet, welches sich rings um das Splenium biegt und dann an der oberen Fläche des Corpus callosum bis zu dessen Mitte oder noch weiter sich fortsetzt, dort, wie es scheint, mit den Gyri der Hemisphären sich vereinigend. Nähere Untersuchungen über diese eigenthümlichen Gyrus haben wir nicht angestellt, sondern nur davon uns überzeugt, dass er aus grauer Hirnsubstanz besteht.“ Wir erinnerten dann, das Anders Retzius solche Windungen bei Thieren und auch beim Menschen beschrieben, und dass sogar schon früher Vicq-d'Azyr solche erwähnt hatte. Zu der Ausführung der näheren Untersuchung, deren Wichtigkeit wir hervorhoben, fanden wir bisher nicht Zeit. Es war deswegen von grossem Interesse, dass Dr. Zuckerkandl noch einmal durch selbstständige Entdeckung die Windungen aus der ihnen gleichsam durch ein böses Schicksal anhaftenden Vergessenheit, wie man jetzt hoffen mag für immer, entzogen hat.

---

[1] *Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes* von Axel Key und Gustaf Retzius. Erste Hälfte. Stockholm 1875. S, 102, die Note und Taf. IV, Fig. 162.

Kalte Injection mit Kleistermasse.

Von

Ad. Pansch.

Nachdem ich schon seit längerer Zeit bei gröberen (nicht mikroskopischen) Injectionen eine Mischung von Mehl und Wasser angewendet und die Vortheile dieser Masse genügend erprobt habe, will ich nicht zögern, dieselbe weiteren Kreisen angelegentlichst zu empfehlen. Denn bis jetzt habe ich keine Mittheilung darüber gefunden, obgleich es sehr wohl möglich ist, dass solche Injection bereits irgendwo erwähnt ist, oder auch, dass der Eine oder Andere sie in einzelnen Fällen anwendet.

Um die Masse herzustellen, verreibe man feines Mehl und einen gelösten oder doch fein gepulverten Farbstoff mit der nöthigen Menge Wasser zu einer gleichmässigen dicklichen Flüssigkeit. —

Die Vortheile dieser Kleisterinjection sind zunächst dieselben wesentlichen, wie sie jede kalte Masse bietet. Man bedarf keiner Erwärmung und keines Warmhaltens der Masse und namentlich keiner Erwärmung des Körpers oder der Körpertheile, und das ist bei Leichen von Menschen und grösseren Thieren ein grosser und vielseitiger Gewinn.

Die Injection ist ausserdem bedeutend billiger als jede andere. Nach einem ungefähren Ueberschlag kostet die Injection eines menschlichen Körpers mit der einfachsten Talgmasse (3 Th. Talg, 1 Th. Wachs und etwas Terpentinöl) 2·50 Mk., mit Hyrtl's grober Masse 3·90 Mk. (ungerechnet bei beiden noch die Kosten der Erwärmung), mit der Kleistermasse dagegen nur 0·65 Mk. Weit kostspieliger ist natürlich eine jede Harzmasse, besonders die in Aether gelöste kalte.

Es ist ferner ein grosser Vortheil, dass keine schnelle Vollendung der Arbeit nöthig ist, während bei Harz- und Wachsmassen jede Unterbrechung des Injectionsstromes einen guten Erfolg auf immer verderben kann. Man kann jeden Augenblick inne halten, die Spritze

in der Kanüle liegen lassen und nun etwaige Gefässe, aus denen die Masse hervordringt, abbinden oder zuklemmen, man kann den Körper nach Wunsch umlagern, den Erfolg der Injection an irgend einer Stelle untersuchen u. s. w. Auch kann man, so oft man will, die Spritze absetzen und neu füllen, und überhaupt allein und ohne alle Assistenz arbeiten.

Hervorzuheben ist noch, dass die Arbeit reinlicher ist, als bei anderen fest werdenden Massen; was etwa vorbei oder übergelaufen ist ist kaum schmierig oder klebrig, sondern lässt sich einfach und schnell mit Wasser abspülen. Ebenso leicht ist auch die Reinigung der Instrumente, wenn sie bald nach der Arbeit vorgenommen wird.

Die Masse wird später auch nicht so brüchig, wie die gewöhnlichen Wachsmassen; sie lässt sich nachgiebig erhalten, ohne doch durch kleinere Oeffnungen auszufliessen. Diess ist von ganz besonderem Vortheile und Annehmlichkeit bei den Eingeweiden und Gelenken.

Die Kleistermasse dringt gut ein in die feinen und feinsten Arterien, falls nicht durch Gase ein unüberwindliches Hinderniss gegeben ist. Ausserdem halten sich selbst schwere Farbstoffe, wie z. B. Zinnober, in gleichmässiger Vertheilung.

Das sind einige der Vortheile, die die Kleistermasse bietet und es ergibt sich daraus, dass sie besonders geeignet sein muss zu Injectionen mit messbarem und constantem Druck, also zumal, wenn man verschiedene kleinere Präparate zu injiciren hat, oder wenn man, wie bei Lymphgefässen und Venen, wiederholt von Neuem einstechen muss.

Auch der Benutzung zu trocken aufzubewahrenden Präparaten steht Nichts im Wege. —

Die einzige Vorsichtsmassregel ist die, dass man eine Verletzung der Gefässe in der ersten Zeit noch zu meiden hat, es sei denn, dass man durch vorheriges Abbinden das Hervorquellen der Masse hindert. Sobald jedoch diese consistenter geworden ist und die Arterien ihre Elasticität verloren haben, was je nach Umständen in 1 bis 3 Tagen geschieht, tritt keine Masse mehr aus, wenn nicht ein stärkerer Druck sie herauspresst. —

Ganz entschieden ist somit die Kleistermasse nach meinen Erfahrungen vor allen anderen zu empfehlen für kleinere Thiere und für feinere und kleinere Präparate, z. B. die Arteriennetze der Gelenke oder des Periostes, dann für alle Eingeweide, besonders das Gehirn. Sie ist ferner auch sehr brauchbar bei pathologisch-anatomischen Untersuchungen, um die Ausbreitung und das Verhalten eines bestimmten kleinen Arteriengebietes darzustellen.

Etwas anders freilich liegt die Sache bei den grossen Gefässstämmen.

Hier könnte man den Inhalt für die Zwecke des Präparirsaales zu weich finden; auch kann bei der nicht immer zarten Behandlung des Präparats durch wiederholten Druck leicht etwas Masse aus einzelnen unvermeidlichen Schnittöffnungen heraustreten und das Präparat beschmutzen; doch lässt sich diese Unannehmlichkeit durch etwas Vorsicht, sowie dadurch, dass man die Injection mit recht dicker Masse abschliesst, ziemlich vermeiden und der Präparant wird solchen Fehler, wenn es einer ist, gerne hinnehmen, weil er dafür sich überall an dem schönen Bilde der feineren Anastomosen erfreuen kann. —

Will man übrigens die Masse consistent haben, so empfiehlt sich ein Zusatz von Gummi arabicum sowie ein Ersatz der halben Wassermenge durch Alkohol. Letzterer Zusatz hat zugleich den Vortheil, dass man die Masse längere Zeit unverdorben aufheben kann für weiteren Gebrauch.

Kiel, Januar 1878.

Fig. 1

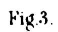
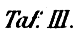


Fig. 3.



H. Tillmanns del.



Taf. III.

Fig. 1.

Fig. 4.

Fig. 14.

Fig. 19.

Fig. 6.

Fig. 17.

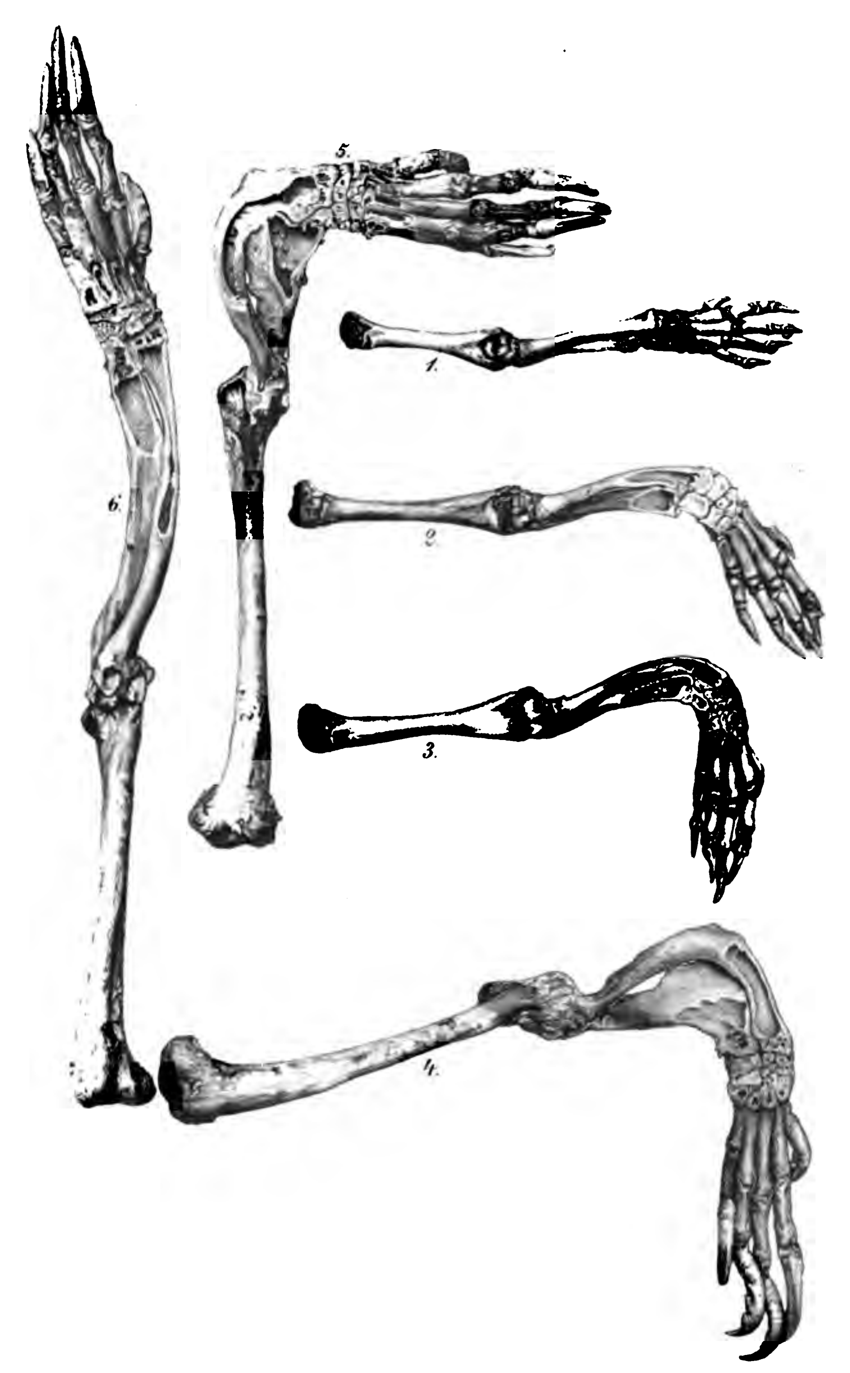
Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 16.

ev. u. del.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



Leipzig, Veit & Comp. Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

uk
Kw
Fig 3 (L
Fig 4 B
Ec
T
T
Fig 5 Ac
En
Ec
M
T
Fig. 6. Rc
En
D
Ec
Fig. 12.
u.K
Ec
Ec.
T
En.
Fig. 13
En
500μ.

Fig. 1a

Fig. 1b

Fig. 2a



Fig. 1. A.

Fig. 5.

a

a.

e

a

f

c

Fig. 10.

f

b

f

d

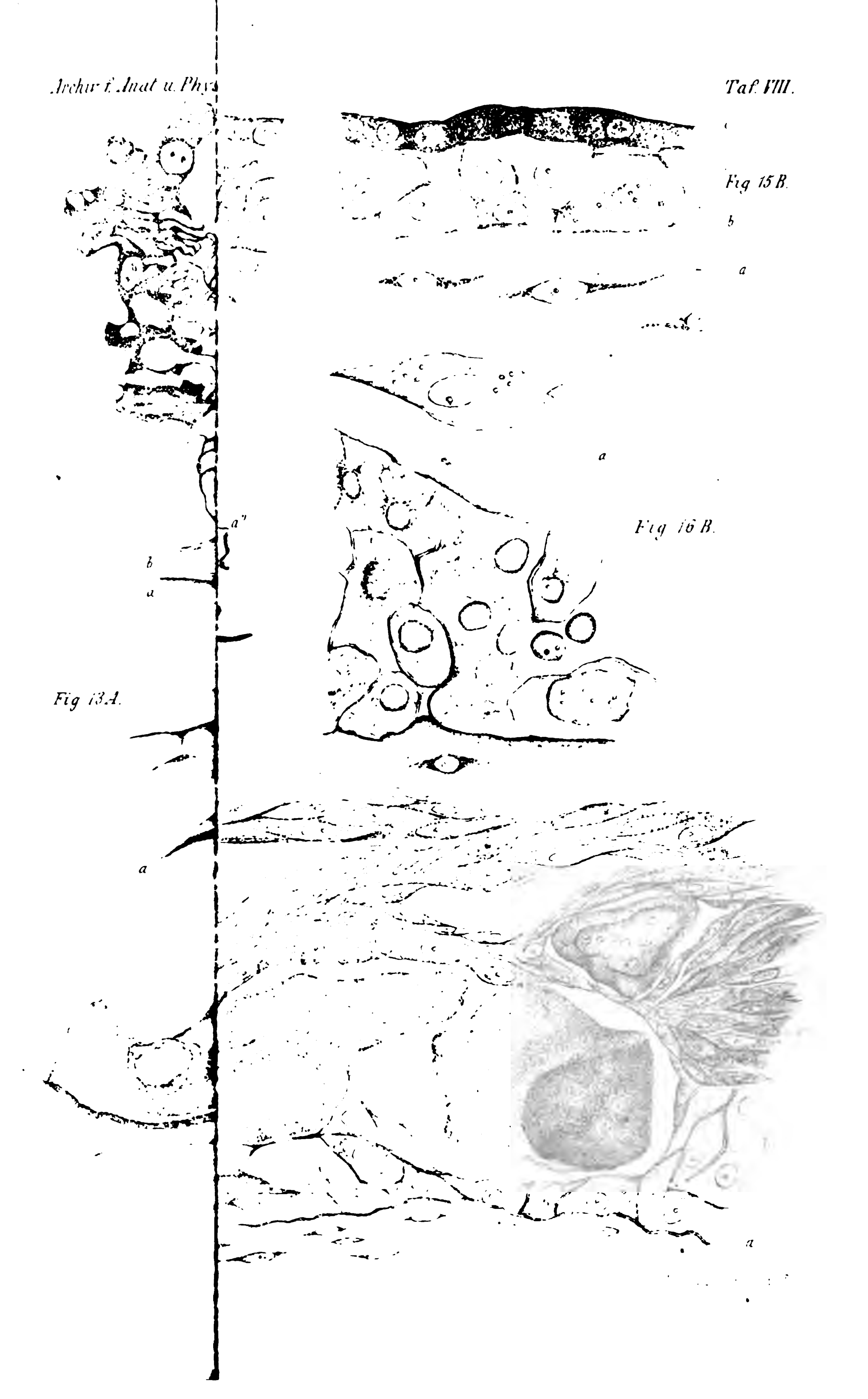
c

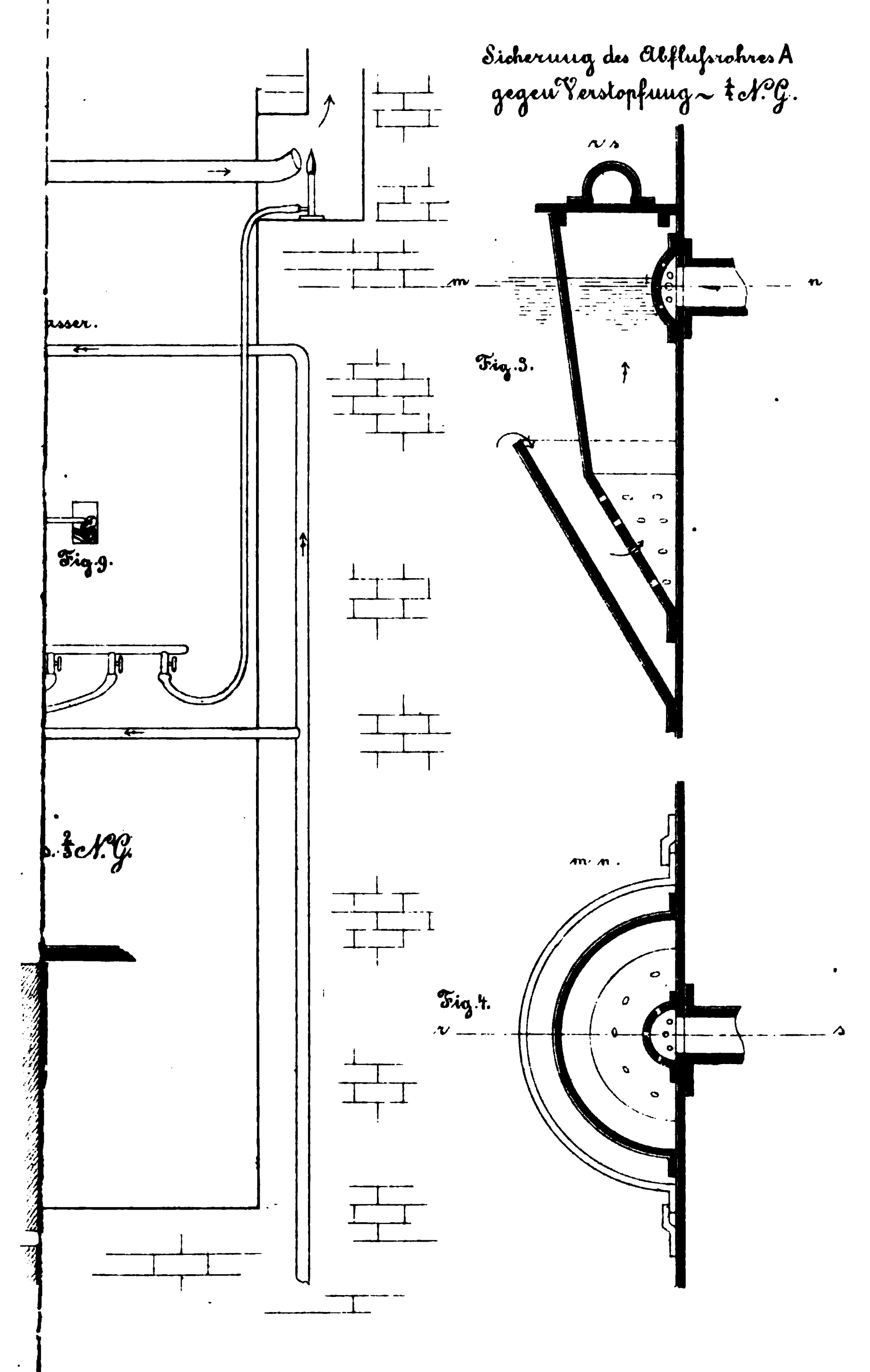
c

Fig. 12

Fig. 7.




Fig 15 B.
b
a
a
Fig 16 B.
a''
b
a
Fig 13 A.
a
a



Lith. Anst. v. ..C Bach, Leipzig.

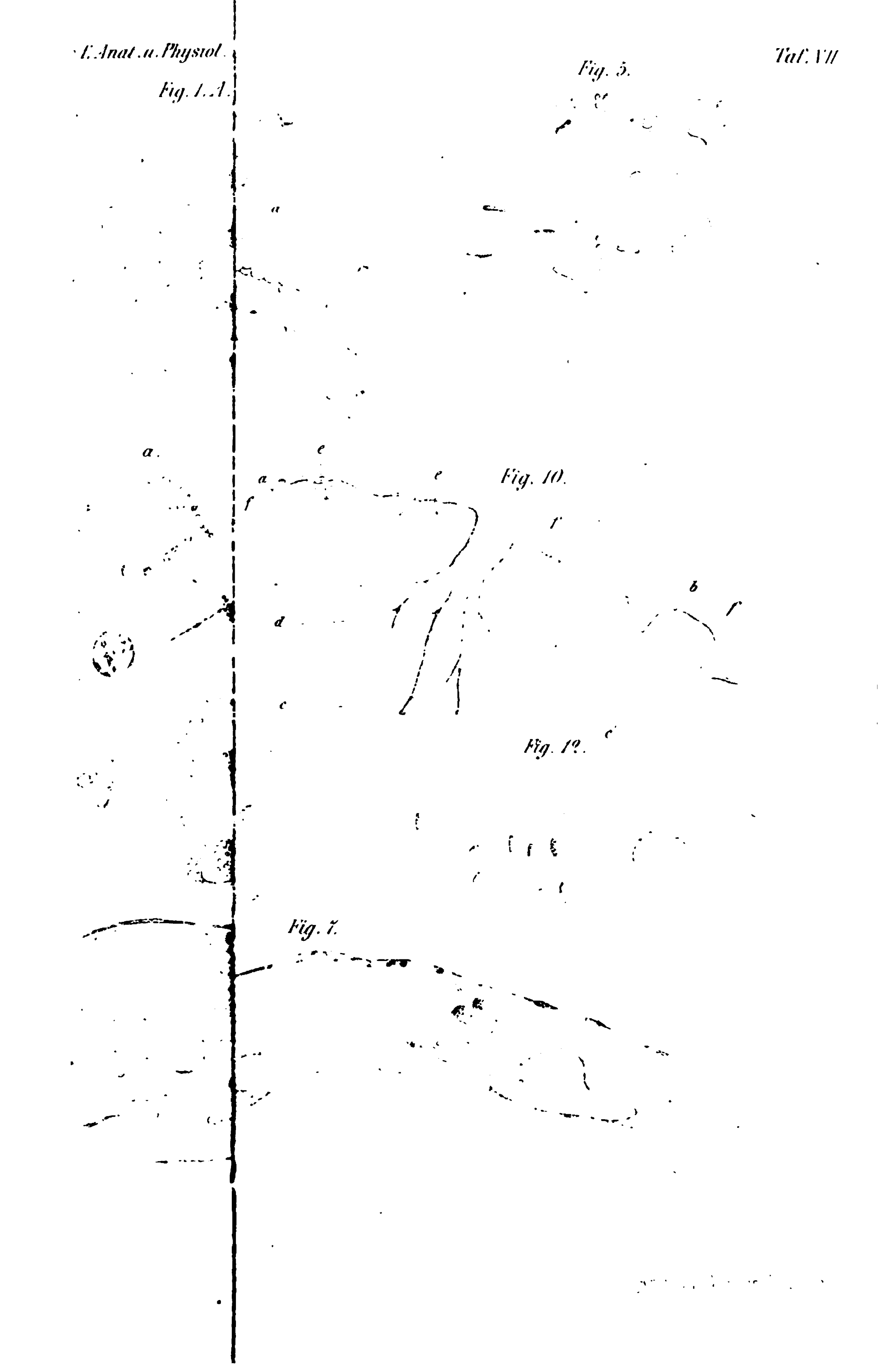
Fig. 1a.

Fig. 1b.

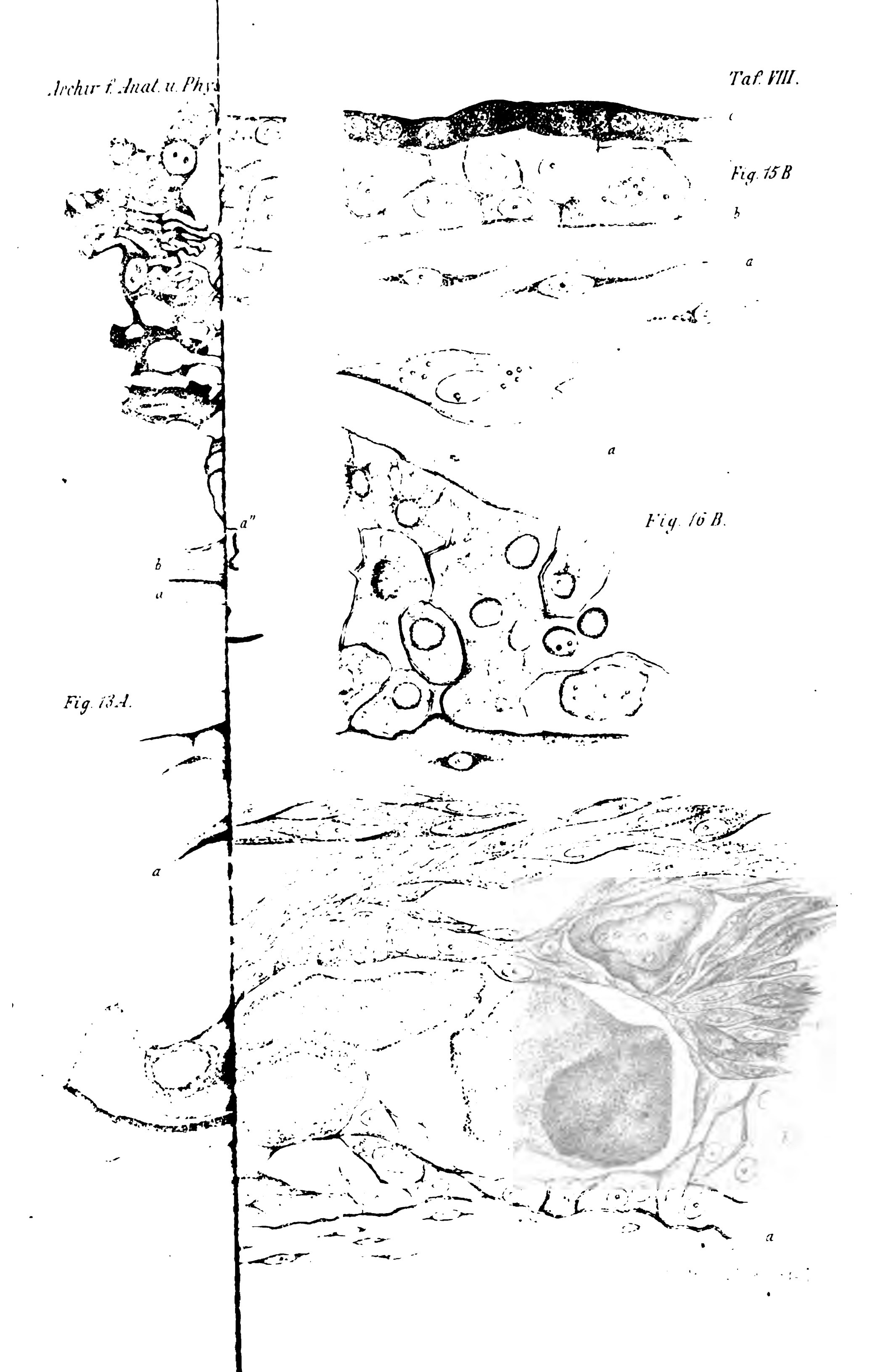
Fig. 2c.

Fi

M

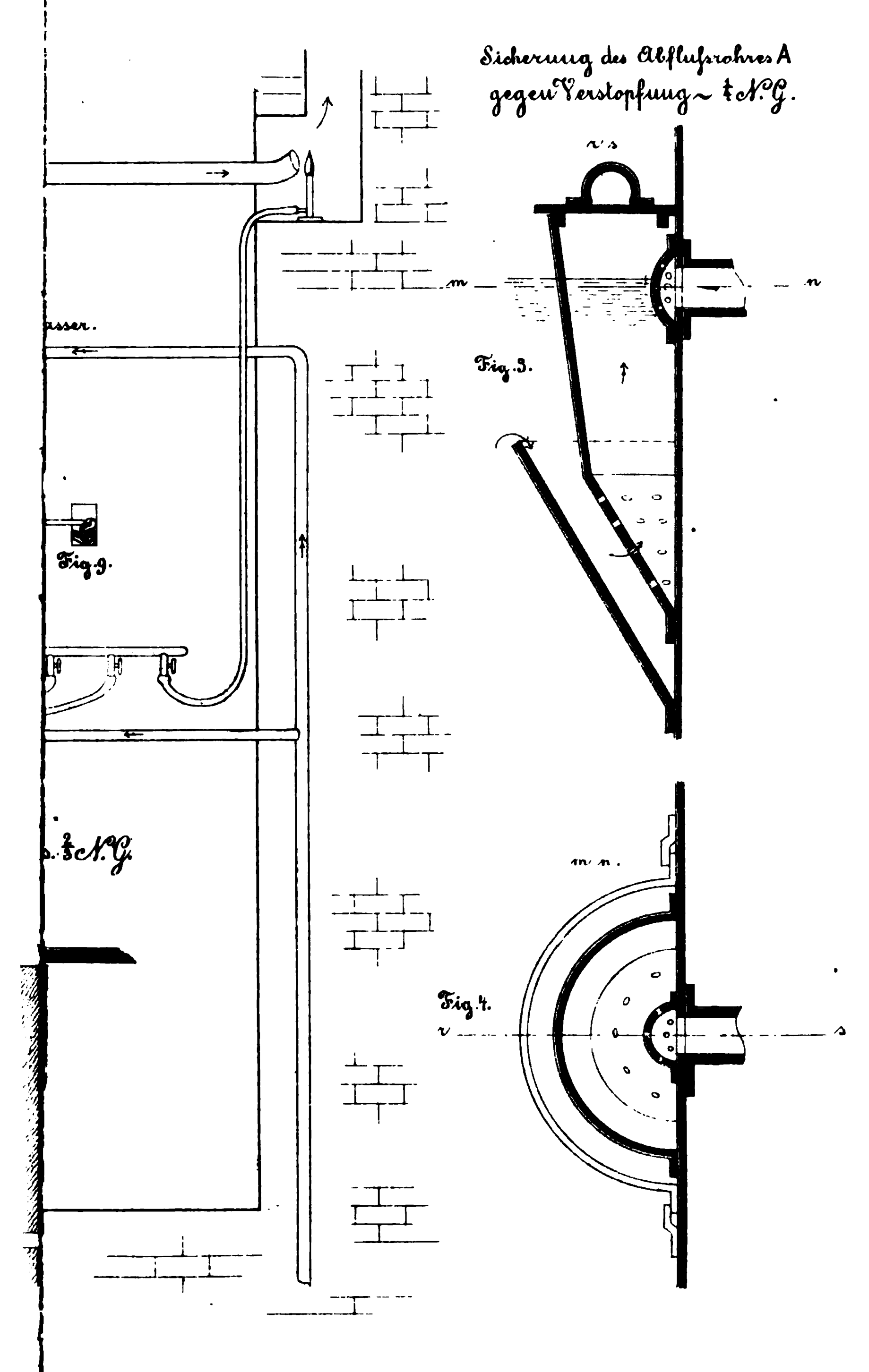

Fig. 1. A.
Fig. 5.
Fig. 10.
Fig. 12.
Fig. 7.





c
Fig. 15 B
b
a
a
Fig. 16 B.
a"
b
a
Fig. 13 A.
a
a

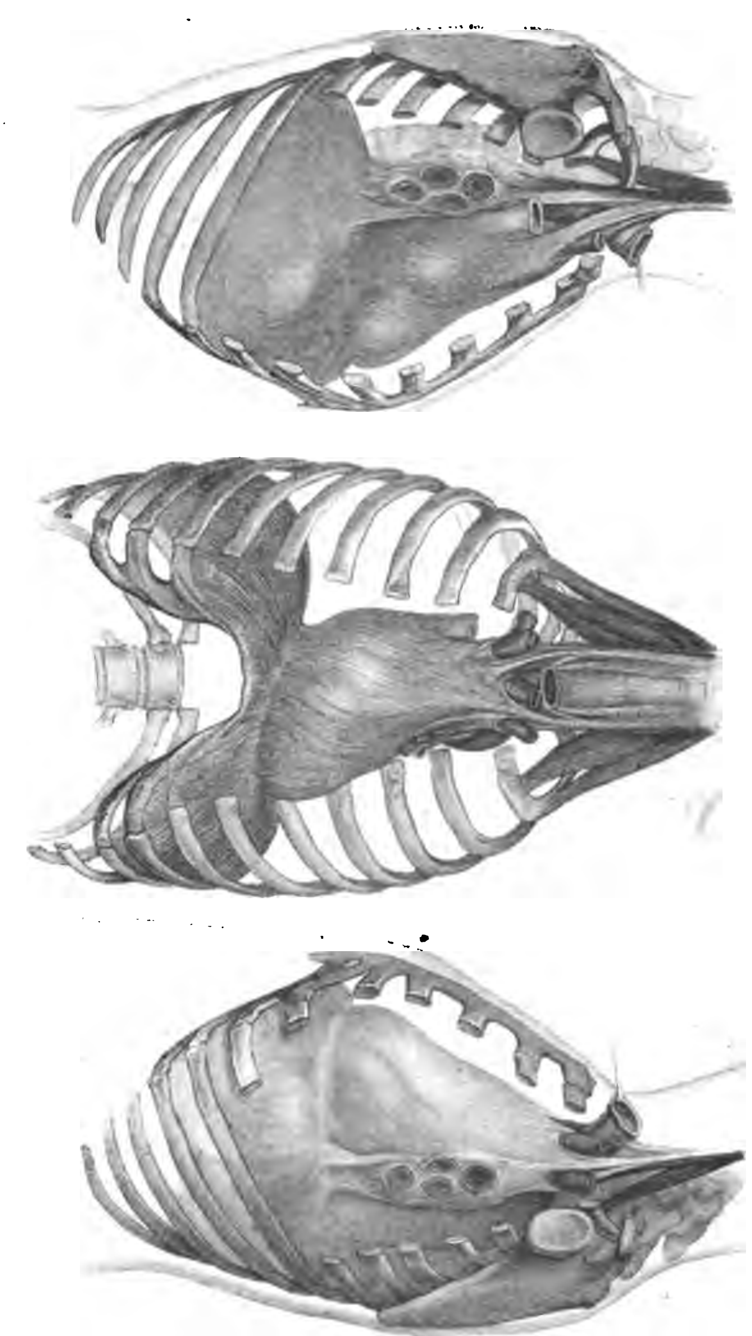




Lith. Anst. v. ..C Bach, Leipzig.

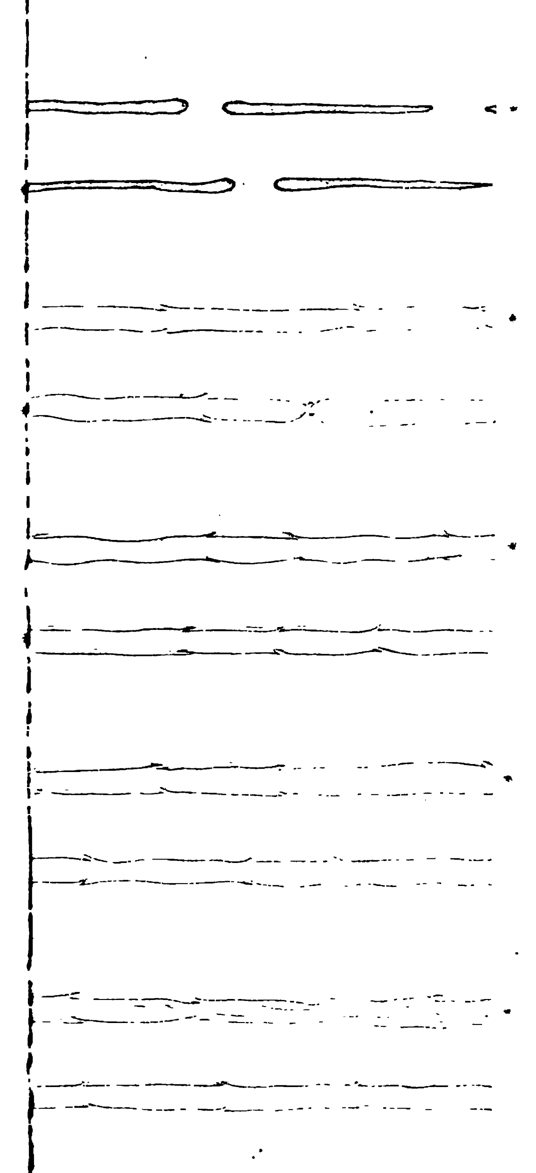
Arc

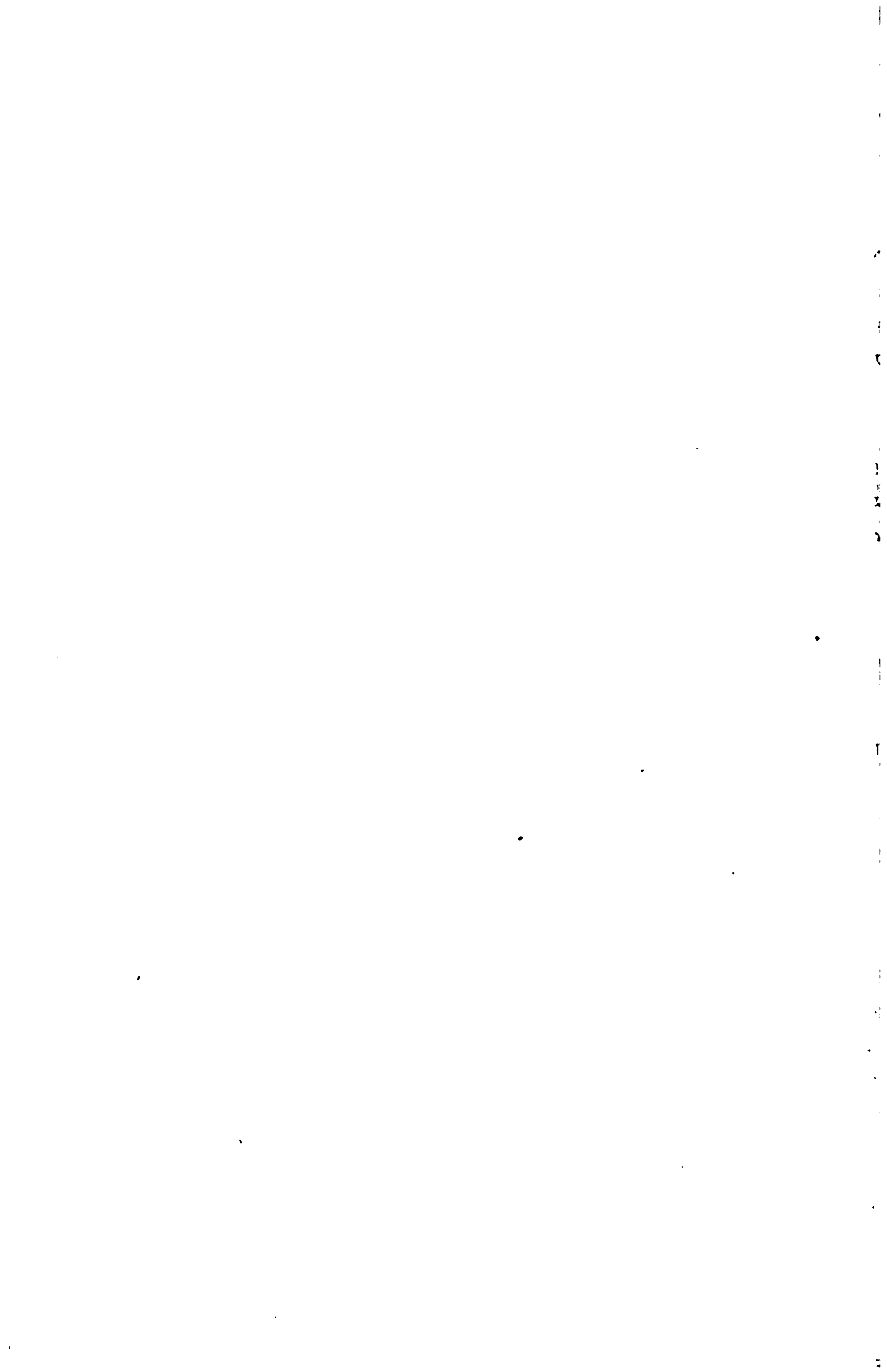


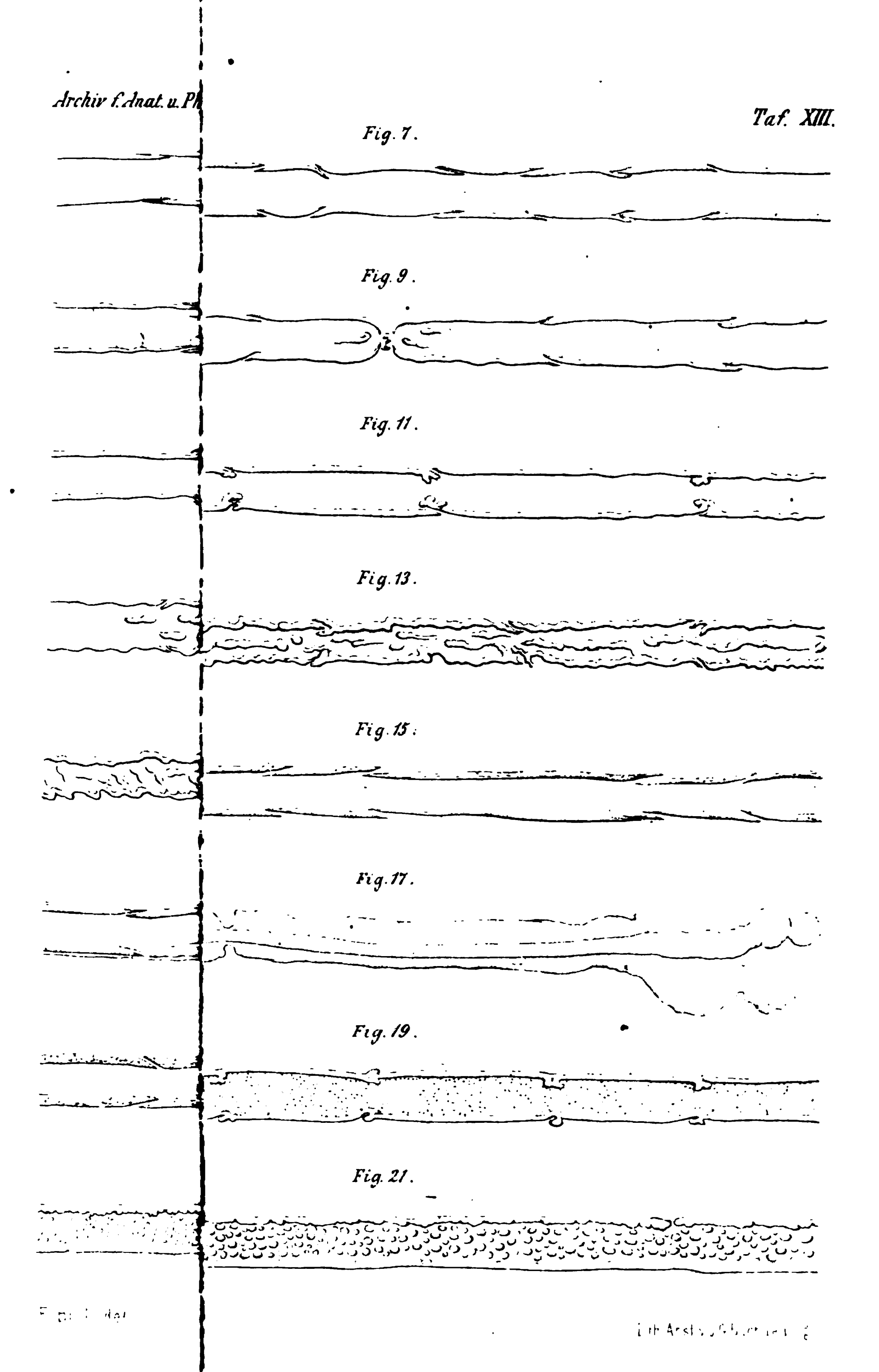


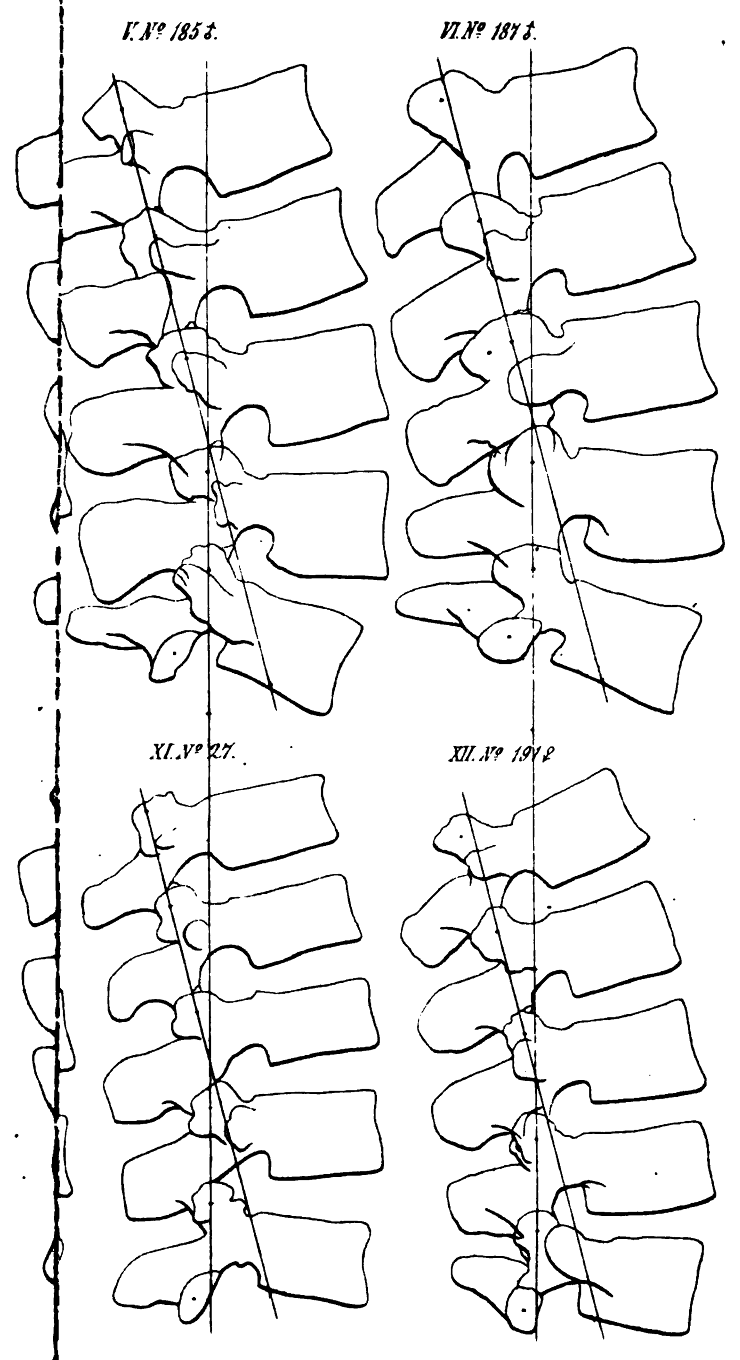
Leipzig, Veit & Comp.








Fig. 7.
Fig. 9.
Fig. 11.
Fig. 13.
Fig. 15.
Fig. 17.
Fig. 19.
Fig. 21.



Merk

Lith Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 2.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Leipzig Veit & Comp.

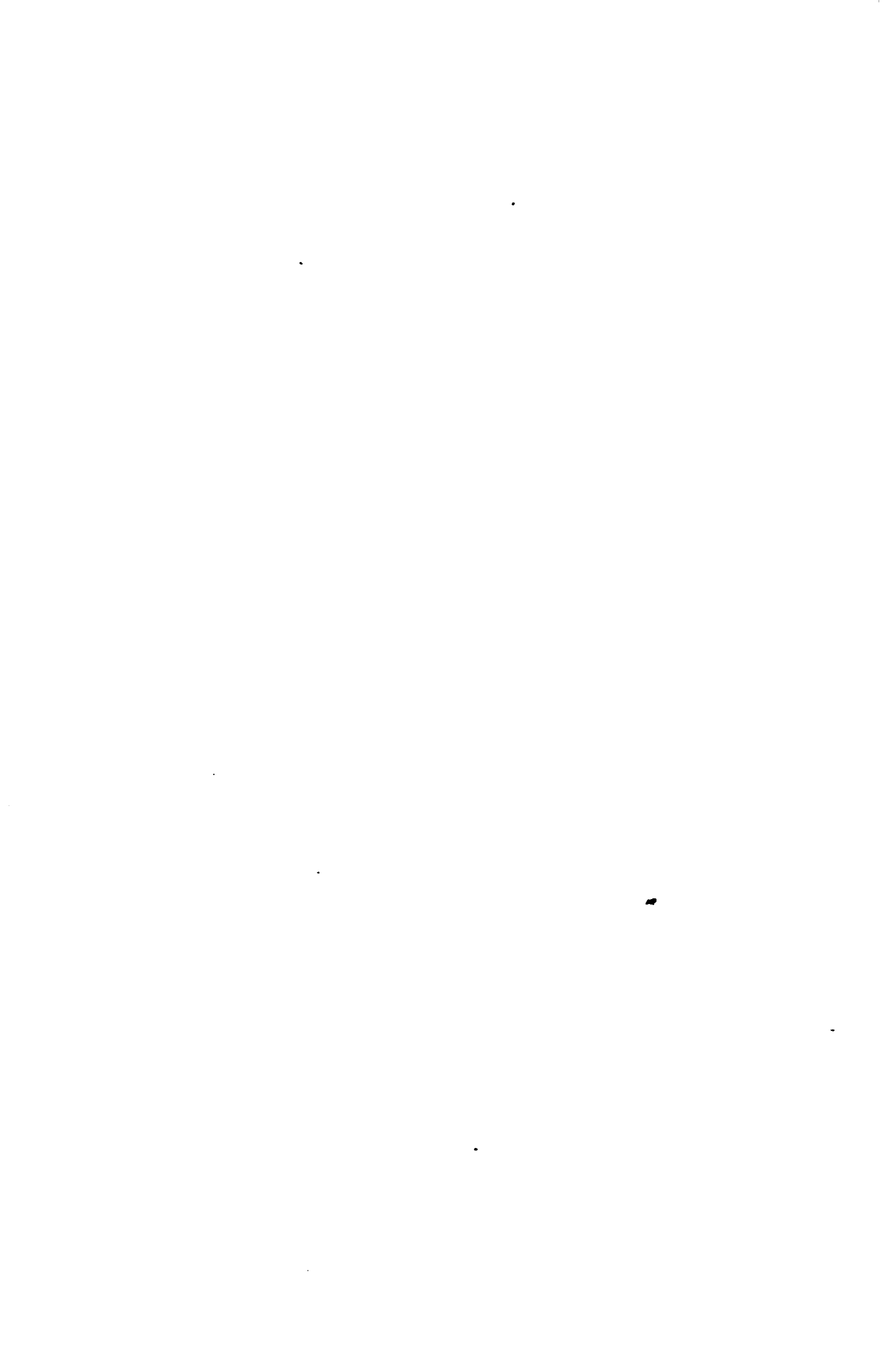
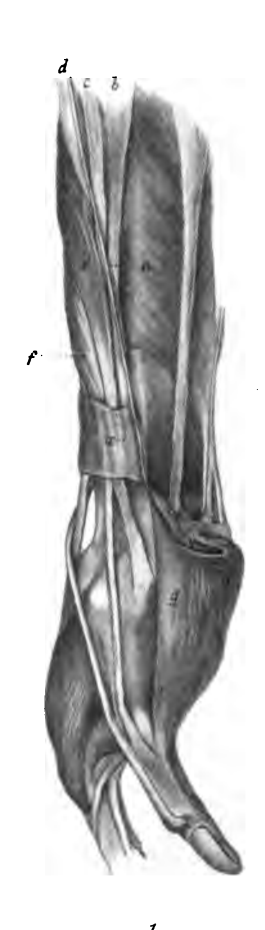


Fig. 1.



1/2

Fig. 2.



1/2

Gfrossimoff ad nat. del.

Lith Anst v. J. G. Bach, Leipzig.

Leipzig, Veit & Comp.



Fig. 1.

Fig. 7.

b

1

1

b''

b'

a

a

b

Fig. 8.

b ζ ε

α

d

✱

δ

δ'

a'

c'

b'

d

c

2

e

β

γ

Fig. 4.

a

+

b'

b''

b

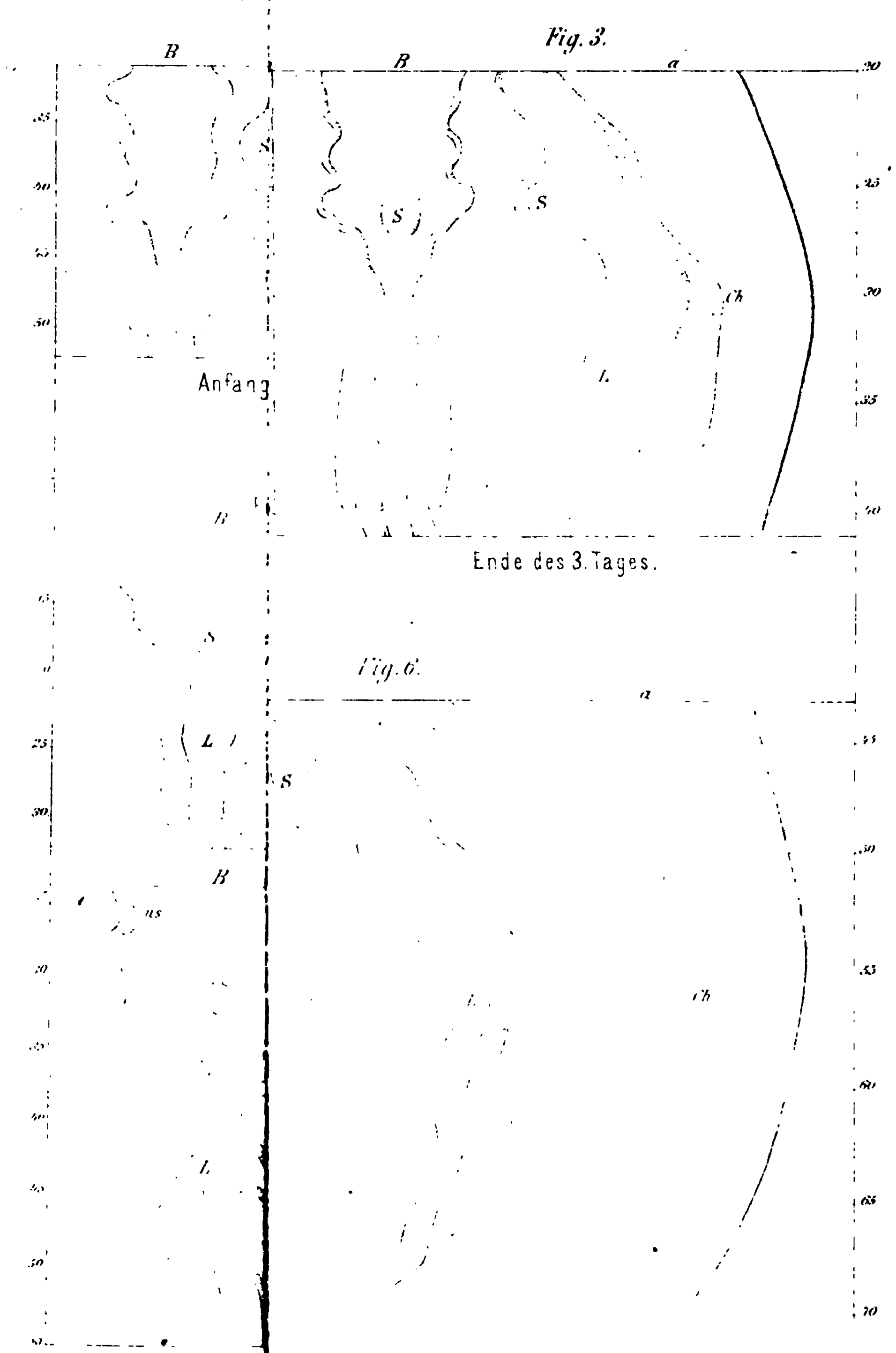
Ofrossimoff ad nat. de[l.]

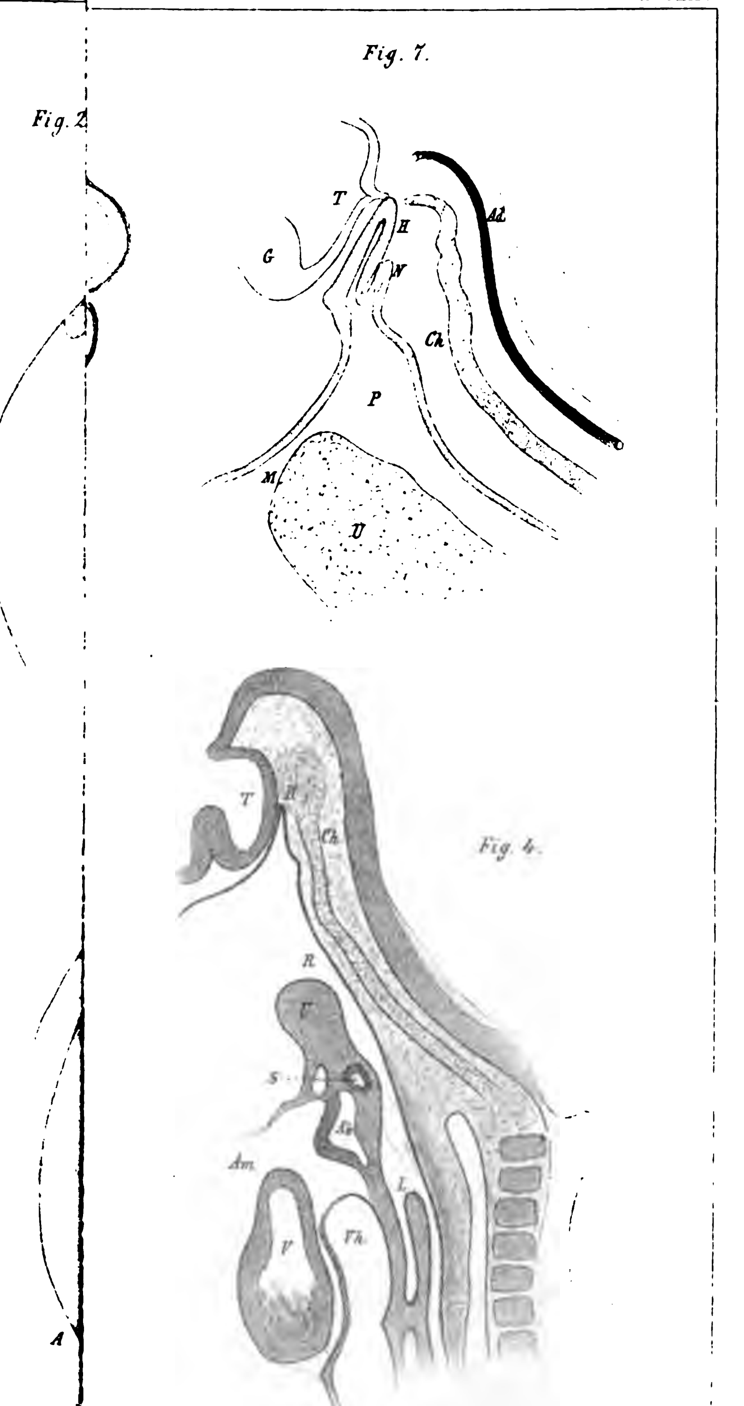
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

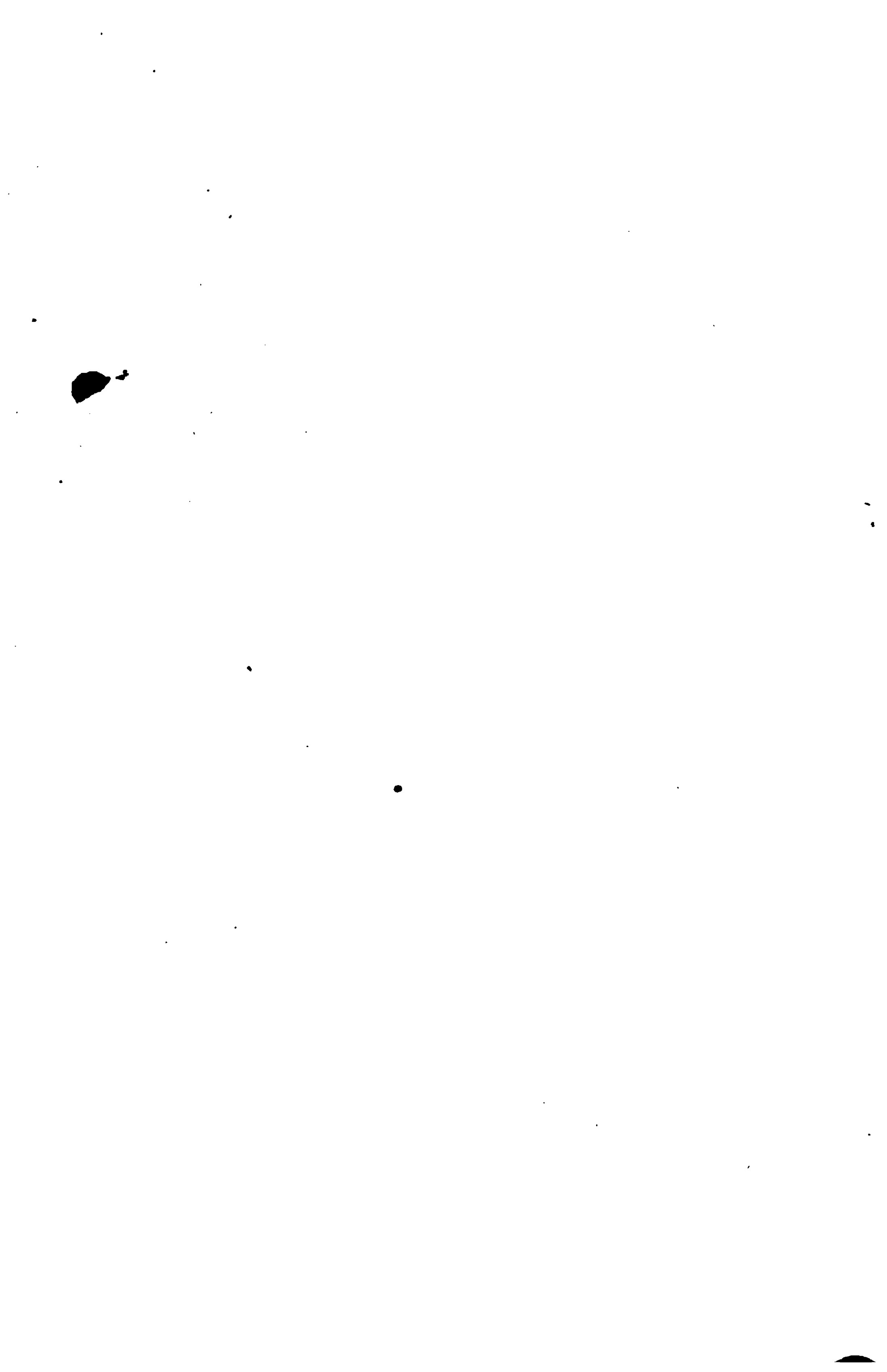


Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.




Fig. 3.
B
B
a
S
S
S
Ch
L
Anfang
B
Ende des 3. Tages.
Fig. 6.
a
S
L
S
B
us
L
Ch
L


Fig. 7.
Fig. 2
T
H
G
N
Ad
Ch
P
M
U
Fig. 4.
T
H
Ch
R
U
S
As
Am
L
V
Vh
A

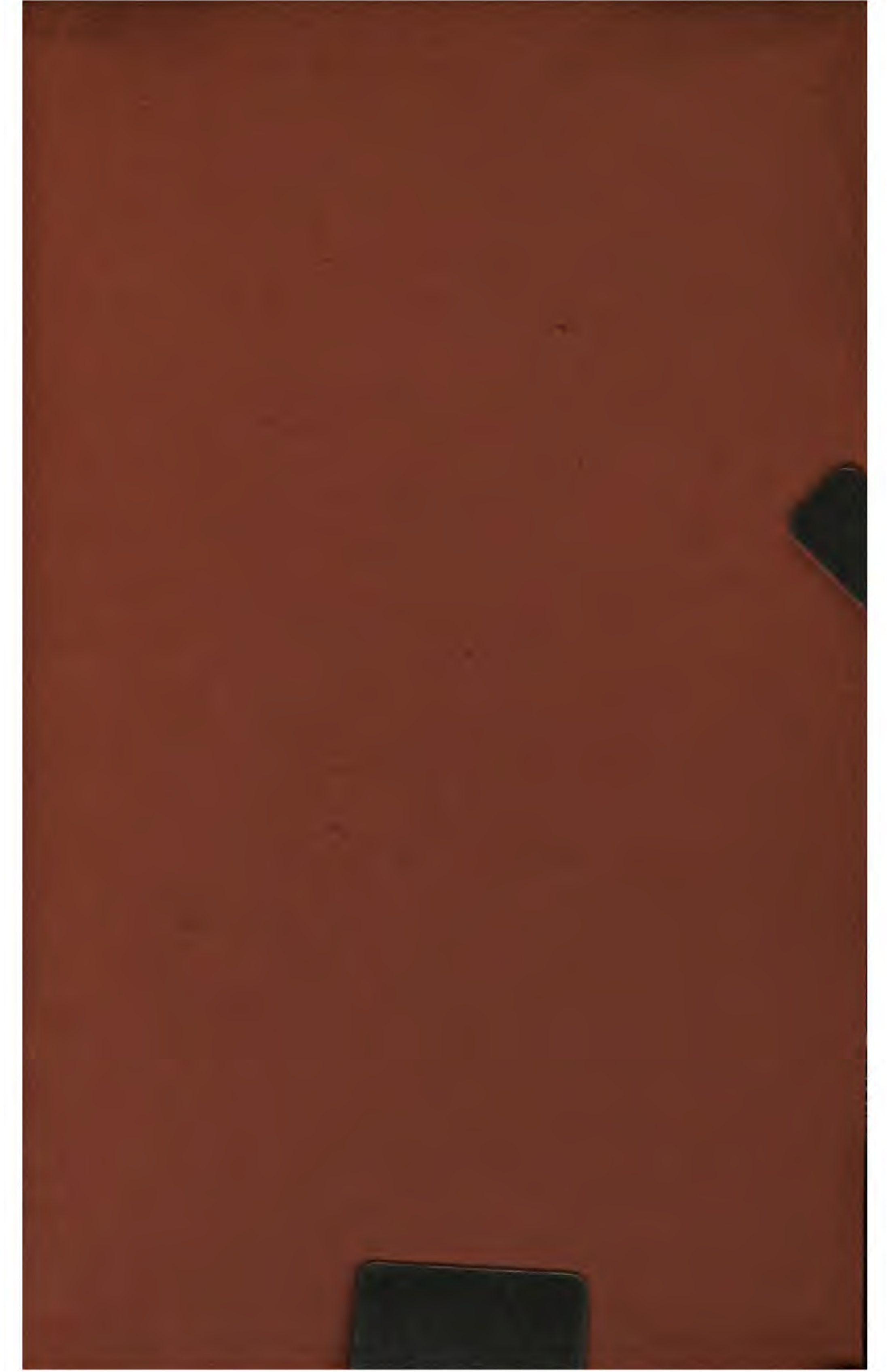


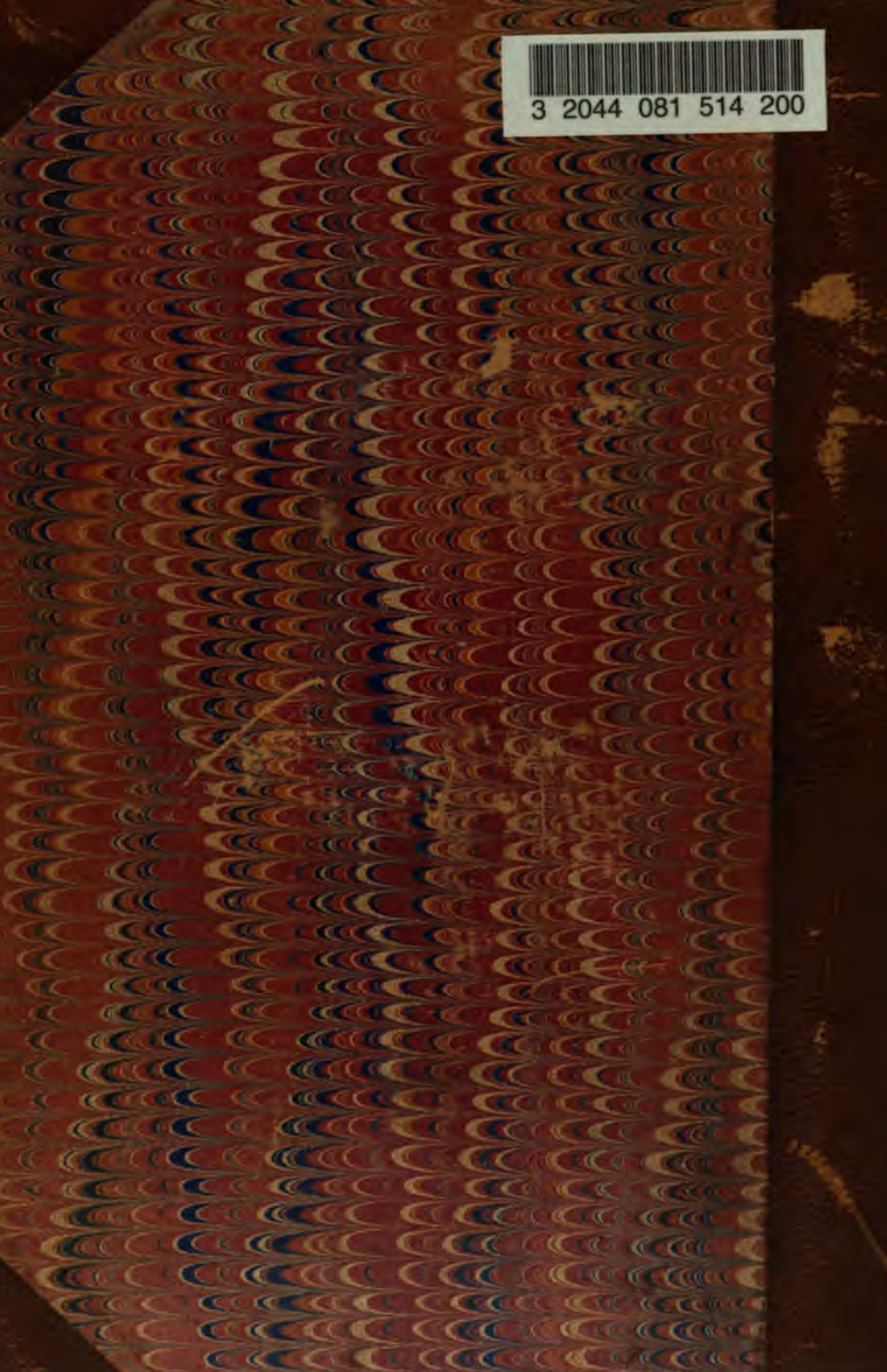











3 2044 081 514 200